

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.

Especialidad Física y Química

Las reacciones químicas en 4º de ESO a través de los Objetivos del Desarrollo Sostenible



Alumno: Rubén González Ortega

Tutor: Juan José Vicente Martorell

Convocatoria de junio 2019/20



Propuesta de unidad didáctica innovadora:

“Las reacciones químicas en 4º de ESO a través de los Objetivos del Desarrollo Sostenible”

Trabajo Fin de Máster

Realizado en la

Facultad de Ciencias de la Educación

Universidad de Cádiz

Memoria del Trabajo Fin de Máster presentada por el alumno

D. Rubén González Ortega

Tutorizado por Dr. D. Juan José Vicente Martorell

Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria,
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. Especialidad Física y
Química

El firmante de este Trabajo Fin de Máster declara que su contenido es original y de su autoría, asumiendo las responsabilidades que de cualquier plagio detectado pudieran derivarse. No obstante, quiere hacer notar que, como en todo trabajo académico, a lo largo del trabajo se incluyen ideas y afirmaciones aportadas por otros autores, acogándose en tal caso al derecho de cita.

Y para que conste, firma esta declaración en Puerto Real, a 10 de junio de 2019



Resumen

La asignatura de Física y Química permite la incorporación de la cuestión ambiental y los objetivos de desarrollo sostenible de un modo transversal a lo largo de la mayor parte del currículo de la asignatura, lo que permite además la interrelación de esta disciplina con otras asignaturas.

El presente Trabajo Fin de Máster contiene una propuesta de unidad didáctica innovadora sobre “Reacciones Químicas” que iba a ser impartida hipotéticamente en el segundo periodo de prácticas a estudiantes de 4º de la ESO. La propuesta de unidad se basa en la implementación de diversas problemáticas ambientales de manera transversal al desarrollo de la unidad, además de introducir discusiones y reflexiones en relación con las temáticas abordadas.

Así pues, la propuesta diseñada se elabora a partir de un modelo constructivista del aprendizaje que tiene en cuenta las concepciones previas del alumno, la normativa vigente y los referentes disponibles en materia de didáctica de las reacciones químicas en la enseñanza secundaria obligatoria y en la incorporación de los objetivos del desarrollo sostenible en el currículo de la enseñanza secundaria, así como otros recursos afines a la metodología constructivista empleada. Finalmente se presentan las principales conclusiones derivadas del trabajo.

Palabras clave: reacción química, oxidación, ácido, base, transversal, constructivismo, objetivo de desarrollo sostenible.

Abstract

The subject of Physics and Chemistry allows the incorporation of the environmental key and the Sustainable Development Goals Teaching across the curriculum, during the major part of the Curriculum of the subject, that allows also the interrelation with other subjects.

The present Final Master's Project contains an innovative didactic unit about "Chemical Reactions" that would have been imparted in the second period of practices to students of the fourth year of High School. The didactic unit is based on the implementation of diverse environmental issues Teaching across the Curriculum during the development of the unit, apart from introducing discussions and relaxions in relationship with the issues approached.

The proposal of the designed didactic unit has been elaborated through the constructivist model of learning that has into account the previous ideas of the students, the current law and the available referents about the didactic of chemical reactions into the Compulsory Secondary Education and the incorporation of the Sustainable Development Goals into the curriculum of Secondary Education in addition to other resources according to the constructivist applied methodology. Finally, the main conclusions of the work are presented.

Key Words: chemical reaction, oxidation, acid-base, Teaching across the curriculum, constructivism, Sustainable Development Goals.

Índice

1. Introducción	1
2. Referentes teóricos	3
2.1. Fundamentos epistemológicos	3
2.2. Dificultades de aprendizaje.....	11
2.2.1. Dificultades de aprendizaje debido a conceptos no adquiridos anteriormente.....	12
2.2.2. Dificultades de aprendizaje relacionadas con la reacción química.....	13
2.2.3. Dificultades asociadas al desarrollo cognitivo de los alumnos	15
2.3. Fundamentos didácticos.....	18
2.3.1. Enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias.....	19
2.3.2. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la enseñanza secundaria .	21
2.3.2.1. Antecedentes	21
2.3.2.2. La Agenda 2030.....	22
3. Presentación de la Unidad Didáctica	27
3.1. Justificación de la innovación	27
3.2. Fundamentos metodológicos.....	27
3.2.1. Forma de trabajar en el aula. Relaciones entre el docente y el alumno.....	28
3.2.2. Forma de abordar las dificultades.....	29
3.2.3. Características de la evaluación	30
3.3. Planificación de la unidad didáctica	31
3.3.1. Objetivos	31
3.3.2. Competencias clave.....	31
3.3.3. Contenidos	32
3.4. Desarrollo de la unidad didáctica.....	36
3.4.1. Secuencia didáctica	36
3.4.2. Descripción de las actividades desarrolladas en cada sesión	41
3.5. Evaluación	51
3.5.1. Instrumentos de evaluación	51
3.5.2. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables	52
3.5.3. Calificación.....	53
3.6. La atención a la diversidad	56

4. Conclusiones e implicaciones educativas	58
4.1. Síntesis de la memoria	58
4.2. Valoración de posibles mejoras	58
4.3. Necesidades futuras como docente	59
5. Bibliografía	61
Anexos	64
Anexo 1. Test de ideas previas	64
Anexo 2. Objetivos de desarrollo sostenible	67
Anexo 3. Actividad sobre los titulares de prensa.....	69
Anexo 4. Juego de rol sobre las variables que influyen en una reacción química	71
Anexo 4. ¿Qué contamina más el río?	73
Anexo 5. Ley de Lavoisier y la lluvia ácida	75
Anexo 6. Ajuste de reacciones	76
Anexo 7. Presentación con las preguntas tipo “¡BOOM!”	79
Anexo 8. Curvas de energía frente a tiempo de reacción	84
Anexo 9. Mapa conceptual sobre el uso de combustibles fósiles en las centrales de energía	86
Anexo 10. ¿Ácido o base?	87
Anexo 11. Evaluación sobre el aprendizaje de los ODS	89
Anexo 12. El rey de los puntos “Jeopardy químico”	91
Anexo 13. Percepción de los alumnos sobre su trabajo	94
Anexo 14. Prueba final	95
Anexo 15. Rúbrica de evaluación de la prueba final	98

1. Introducción

El presente trabajo contiene una propuesta innovadora de unidad didáctica sobre reacciones químicas en el contexto de 4º de Enseñanza Secundaria Obligatoria de un centro de la localidad de Puerto Real. Dicha propuesta se fundamenta en el aprendizaje de la reacción química mediante el trabajo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

El diseño de la unidad se ha realizado acorde a los requerimientos de la legislación vigente estatal (Real Decreto 1105/2014 del 26 de diciembre y la Orden de 14 de julio de 2016). La unidad en cuestión trabaja contenidos de los bloques 1 (la actividad científica) y 3 (los cambios) del currículo de Física y Química para el curso de 4º de la ESO.

El contexto del alumnado de física y química en dicho curso presenta dos peculiaridades. Por un lado, nos encontramos en la ESO, donde los niveles de desarrollo cognitivo del alumnado son inferiores a los de alumnos de estudios postobligatorios. Por otro lado, en este curso por primera vez la asignatura de Física y Química es optativa y la finalidad de la asignatura cambia. En cursos pasados la finalidad presenta un carácter más general enfocado a ofrecer una cultura científica. En este curso, sin embargo, pasa a tener un carácter más formal y propedéutico, pues el alumnado, de manera general, presenta una mayor predisposición a realizar estudios posteriores en el ámbito de las ciencias.

La propuesta de unidad se basa en una metodología constructivista que combina los conocimientos, habilidades y destrezas de la física y química con otros transversales de carácter ambiental, que se encuentran íntimamente ligados a lo trabajado durante el tema. Esta interrelación es útil, no solo para dotarle de un carácter práctico a lo aprendido, sino también para trabajar elementos de carácter transversal referidos a la defensa, conservación y mejora del entorno.

En primer lugar, se indican los referentes teóricos en los que se ha fundamentado el trabajo. Se exponen unos fundamentos epistemológicos sobre la concepción de la reacción química a lo largo de la historia, las principales dificultades de aprendizaje que presenta el alumnado para dicha unidad, según la bibliografía, y finalmente unos fundamentos didácticos sobre los que se ha trabajado a la hora de

construir la propuesta de unidad didáctica. En estos fundamentos didácticos se hace especial énfasis en el enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) y en la educación en Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En segundo lugar, se presenta la propuesta de unidad didáctica de manera detallada, incluyendo los objetivos, competencias clave y contenidos tratados. Posteriormente se expone el desarrollo de la propuesta, indicando la secuencia didáctica seguida acorde a la fundamentación teórica expuesta, así como el desarrollo de las sesiones. A continuación, se detalla la evaluación, concluyendo con la forma de abordar la atención a la diversidad del aula.

Finalmente, se exponen las principales conclusiones del trabajo, seguidas de la bibliografía empleada y los anexos en los que se incluyen las actividades detalladas.

2. Referentes teóricos

2.1. Fundamentos epistemológicos

Son bien conocidos los beneficios que presenta incorporar la historia de la ciencia en la enseñanza de la física y química. Por un lado, mejora la comprensión sobre como se desarrolla la ciencia, genera actitudes positivas hacia ella, crea consciencia de la importancia del factor social dentro de las investigaciones y mejora la asimilación del conocimiento científico (Nielsen y Tomsen citado por Solaz-Portolés y Moreno-Cabo, 1998). Este contexto histórico a menudo es olvidado por parte de los libros, lo que suele inducir al alumno a pensar que el conocimiento científico ha sido construido sin error y sin factores sociales y culturales que han actuado con un carácter limitante.

Por otro lado, la historia de la ciencia nos ayuda a comprender como algunas de las dificultades presentes en el alumnado son coincidentes con diversas hipótesis que se han elaborado en el transcurso de la historia de la ciencia. Un ejemplo de ello puede ser la idea de átomo planteada por Demócrito, en el que los átomos de las distintas sustancias presentaban diferentes propiedades, provocando que a escala macroscópica los materiales presentaran sendas propiedades (Asimov, 1965.). Este planteamiento se puede relacionar con una dificultad que presentan los alumnos a la hora de relacionar la escala microscópica y macroscópica de la materia, que consiste en asignar propiedades macroscópicas a los propios átomos, como color o conductividad (De Jong y Taber, 2007). La concepción sobre el cambio químico a lo largo de la historia ha sido recogida por Asimov (1965).

La historia del cambio químico se remonta hasta la antigüedad, donde el hombre observaba como determinados fenómenos de la naturaleza provocaban alteraciones fundamentales (un rayo que provocaba un incendio, la putrefacción de la carne...). Es tras el descubrimiento del fuego cuando podemos decir que el hombre empezó a usar las reacciones químicas, en este caso la combustión, de manera intencionada para su propio beneficio, bien sea calor, espantar enemigos, cocinar...

En la Grecia clásica, en el año 600 a. de C, Tales (640-546 a. de C) enunció que debía existir una materia básica o elemento que fuera el origen de toda la materia, siendo los distintos materiales, transformaciones de este. Esta idea, muy precursora

a la idea de átomo, ponía como materia básica al agua, puesto que existía en estado líquido, sólido y gaseoso y sin ella la vida del ser humano no era posible. Anaxímenes (aproximadamente 590-525 a. de C) modificó la idea de Tales, poniendo como elemento básico al aire, pues estaba presente en el universo y podía comprimirse formando agua y tierra. Heráclito (540-475 a. de C) tomó un rumbo distinto al de Tales y Anaxímenes y buscó como materia básica aquella que evidenciaba un cambio notable en las sustancias, el fuego. Finalmente, Empédocles (aproximadamente 490-430 a. de C) se cuestionó el porqué de una única materia fundamental, por ello propuso la existencia de 4 materias básicas, las anteriormente mencionadas más la tierra, que él mismo añadió.

Aristóteles (384-322 a. de C), que era un importante filósofo griego, aceptó la hipótesis de Empédocles y añadió que cada elemento estaba formado por la combinación de dos pares de propiedades opuestas, como se indica en la figura 1. Dichas propiedades opuestas eran humedad/sequedad y calor/frío.

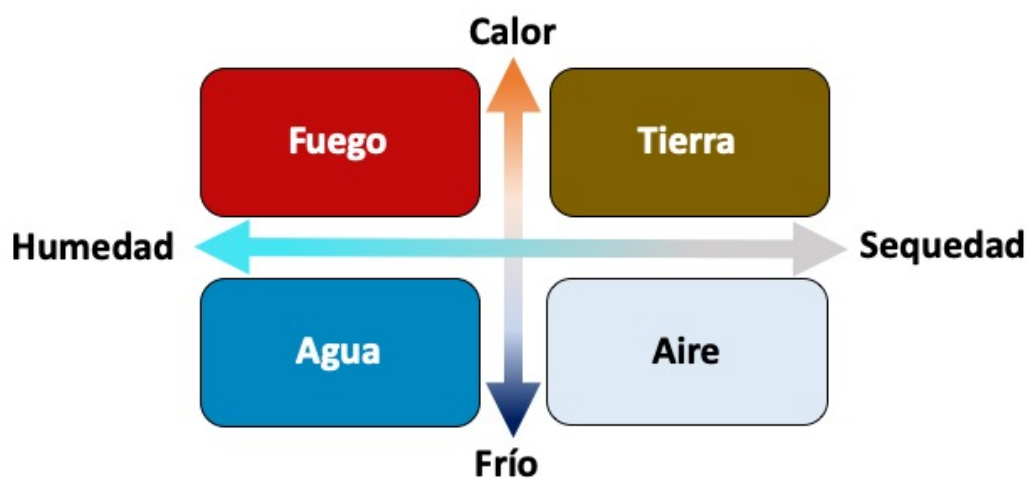


Figura 1. Combinaciones de Aristóteles para formar los elementos

Aristóteles supuso además que el cielo no podía estar constituido por ninguno de los cuatro elementos de la tierra, pues el cielo, a diferencia de la tierra era “incorruptible”. Es por ello por lo que propuso un nuevo elemento llamado “éter”, el cual constituía la materia básica de los cielos y se caracterizaba por la perfección, frente a la imperfección de la tierra.

Por otro lado, en Grecia también, surgió la discusión en torno a la divisibilidad de la materia. Demócrito (aproximadamente 470-380 a. de C) asignó el nombre de

átomos, que significa indivisible, a aquellas partículas que habían alcanzado el menor tamaño posible. Esta idea sugería que la materia estaba formada por pequeñas partículas indivisibles, doctrina bautizada como atomismo. Sin embargo, esta idea de “átomo” era muy rudimentaria, pues pensaba que los átomos de distintos elementos diferían en forma y tamaño, además de presentar diferentes propiedades que a su vez provocaban que las sustancias tuvieran diferentes propiedades. Aunque su idea no fue aceptada por muchos filósofos, incluido Aristóteles, no cayó en el olvido, pues el atomismo se incorporó a la línea de pensamiento empirista de Epicuro (342-270 a. de C.), pese a que el planteamiento de Demócrito no estaba basado en la experimentación.

En el antiguo Egipto el saber químico, denominado khemia, estaba ligado al embalsamamiento de fallecidos y a rituales religiosos. La khemia era pues, algo relacionado con la religión, lo que provocó que empezara a asociarse a algo oscuro y misterioso. El primer practicante de la khemia fue Bolos de Mendes (aproximadamente 200 a. de C.), el cual centró sus estudios en la transformación de metales, principalmente hierro y plomo en oro. Posteriormente destacó Zósimo, quien por el año 200 d. de C. recopiló en 28 volúmenes todo el saber de la khemia de los cinco o seis siglos previos. Aunque la mayor parte de dicha información carecía de valor, cabe destacar que describió métodos para la preparación del acetato de plomo. Sin embargo, en el contexto del imperio romano, el emperador Diocleciano temía que se lograra la transmutación del oro, lo que hubiera supuesto la posibilidad de conseguir oro barato, poniendo en jaque la economía. Por ello, mandó destruir todos los tratados sobre khemia.

Los árabes del siglo VII, por su parte, denominaron a la khemia como “al-kimiya”, lo que pasaría a llamarse alquimia en Europa. Algunos términos químicos como alcohol, alambique o nafta guardan un origen en la civilización árabe de esta época. Como alquimista de la época destacó Jabir ibn-Hayyan (aproximadamente 760-815 d. de C.). Entre algunos de sus descubrimientos se destaca la destilación del vinagre o la preparación del ácido nítrico débil. Sin embargo, sus estudios de mayor relevancia fueron los de transmutaciones de metales. Él partía de la premisa de que los distintos metales no eran más que combinaciones de azufre y mercurio, ya que consideraba al mercurio como el metal por excelencia, debido a su naturaleza líquida.

Fue la traducción de textos árabes lo que permitió el desarrollo de la alquimia en Europa. El primer alquimista importante de Europa fue Alberto de Bollstadt, conocido como Alberto Magno (1200-800), quien describió el arsénico. Un alquimista medieval que publicaba con el pseudónimo de Geber destacó también por realizar la descripción del ácido sulfúrico y del ácido nítrico fuerte.

El descubrimiento de determinadas reacciones de síntesis que podían utilizarse para el beneficio económico hizo que poco a poco se perdiera el interés por la transmutación del oro, entrando la alquimia en decadencia durante el siglo XVII, dando lugar en el siglo XVIII a lo que hoy conocemos como química.

A mediados del siglo XVI Van Helmont (1577-1644) cuestionó que el fuego fuera un elemento en sí mismo, pues pensaba que era un agente de transformación. El creía que el Alcahesto era un agente universal responsable de las reacciones químicas y algunas transformaciones físicas como la evaporación. Sin embargo, esta teoría fue refutada, pues si el Alcahesto era un agente universal que pudiera transformar cualquier material, debería transformar o disolver el recipiente que contenía al material que reaccionara (Carmelo y Rodríguez, 2008).

Durante el siglo XVII, Robert Boyle también trató de romper con la antigua teoría de los elementos griegos basados en razonamientos y no en la experimentación. Aunque su definición de elemento como unidad a partir de la cual se construyen otras sustancias pudiera parecer semejante a la de Tales, incorporó un factor empírico por el cual una sustancia era considerada como simple hasta que se demostrase que pudiera ser descompuesta en otras más sencillas. Es por ello que la definición de elemento de Boyle era de carácter “provisional”, pues una sustancia era considerada como simple hasta que se demostrase lo contrario.

En coherencia con las teorías antiguas de los elementos que originó Tales, Georg Ernest Stahl (1660-1734) impulsó una hipótesis que cambió el paradigma del cambio químico, concretamente de las reacciones de combustión. La hipótesis del flogisto como sustancia responsable de la combustión. Stahl pensó que las sustancias contaban con una sustancia denominada flogisto, cuyo significado era “hacer arder”, de modo entendía una combustión como un proceso por el cual se eliminaba el flogisto, siendo imposible que una sustancia pudiera iniciar un proceso de combustión

si no tenía flogisto en su interior. Una situación análoga atribuía a los metales cuando se enmohecían, lo cual también justificaba como una pérdida de flogisto.

La explicación para Stahl para relacionar estos dos procesos consistía en que en una combustión la pérdida de flogisto era rápida, y por tanto fácilmente visible, mientras que en el caso del metal la pérdida era tan lenta que no podía observarse.

Daniel Rutherford (1749-1819) realizó diversas experiencias en las que introdujo un ser vivo, una vela y fósforo para arder, de modo que observó como, en un momento dado, el aire no permitía la respiración del ser vivo o la combustión de dichos materiales. Rutherford denominó a esto “aire flogisticado”, que correspondería a nitrógeno, fundamentalmente, pues el oxígeno había sido consumido.

Esta hipótesis fue rebatida por Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), quien midió la masa de dos sistemas cerrados en los cuales se producía una combustión de estaño y plomo respectivamente, comprobando experimentalmente que la masa del aire disminuía. Para determinar que era el metal el que había ganado masa por una sustancia presente en el aire, midió la masa del sistema antes y después, comprobando que pesaban lo mismo, sin embargo, abrió el sistema para que se produjera una renovación del aire, comprobando como el peso había aumentado. Dicho experimento ponía de manifiesto que había una sustancia en el aire que se había consumido y no ganado, como se proponía desde la teoría del flogisto. Por todo ello, él pensó que la combustión no era un proceso donde el metal perdía una sustancia (flogisto), sino que, por el contrario, ganaba algo presente en el aire, lo cual posteriormente se identificó como oxígeno.

Henry Cavendis (1731-1810), defensor de la teoría del flogisto, realizó experiencias en las que se producía la reacción de un ácido con ciertos metales, atribuyéndosele el mérito de haber descubierto el hidrógeno a través del estudio sistemático de estas reacciones. Lavoisier, a raíz de estos experimentos, realizó una experiencia donde sintetizaba agua a partir de hidrógeno y oxígeno, atribuyéndosele a Lavoisier el descubrimiento de la síntesis del agua. Este descubrimiento fue utilizado por Lavoisier para desmontar la teoría de los elementos, pues dicha experiencia demostraba que el agua no era una sustancia simple (Pellón González, 2002).

La hipótesis del oxígeno como agente responsable de las reacciones químicas de combustión y, en general, la teoría que proponía Lavoisier fue ganando cada vez más peso a la teoría del flogisto y, con ella, a la de los elementos, siendo la hipótesis propuesta por Lavoisier la que prevalecería sobre la otra.

Otra controversia surgió en torno a las proporciones dentro de la reacción química. Proust propuso una ley que se basaba en la hipótesis de que en una reacción química la afinidad entre dos sustancias que reaccionaban debía ser constante, independientemente de las condiciones, y dicha afinidad solo podía alterarse mediante el calor. Dicha ley pasó a ser conocida hasta la actualidad como “Ley de las proporciones definidas de Proust”. Para la demostración de dicha teoría determinó en que proporción se encontraban oxígeno, carbono y cobre de diversas muestras de carbonato de cobre preparado sintéticamente y aislado de fuentes naturales. Dicha experiencia demostró como la proporción era siempre de 5,3 partes de cobre por cada 4 partes de oxígeno y 1 de carbono.

Por el contrario, Claude Louis Berthollet (1748-1822) afirmó que la afinidad de dos sustancias podía variar en función de la cantidad en que estaban presentes en una determinada mezcla de reacción, al igual que las condiciones experimentales podían presentar alteraciones sobre el resultado final de la reacción (Grapí Vilumara e Izquierdo, 1994).

Proust, por un lado, se había fundamentado en experiencias satisfactorias realizadas con cálculos muy precisos, lo cual la dotaba de reconocimiento. Por otro lado, la visión de Berthollet aspiraba, no solo a explicar la composición de las sustancias, sino a modificar la visión global existente sobre el cambio químico. La idea de Proust prevaleció sobre la idea de Berthollet, ya que a comienzos del siglo XIX dicha idea fue verificada por varios químicos. La hipótesis de Proust pasó entonces a constituir una piedra angular en la química.

Por otro lado, dicha controversia hizo que se planteara también la existencia de átomos como elementos indivisibles de la materia, como ya enunció Demócrito. Ello hizo que John Dalton (1766-1844) planteara una hipótesis sobre su visión del átomo, fundamentada en la ley de proporciones múltiples. Dicha hipótesis sirvió para acabar de refutar a la idea presente en la alquimia de que era posible la transmutación de elementos químicos.

La hipótesis de Dalton concebía a los átomos como elementos de un tamaño demasiado pequeño para observarse, pero cuyo peso relativo era identificable mediante medidas indirectas. Un ejemplo se puede observar con el agua, la cual por aquel entonces se creía que era una combinación entre una parte de hidrógeno y de oxígeno, debiendo ser la masa del oxígeno 8 veces superior a la del hidrógeno. Esto permitió que Dalton confeccionara la primera tabla de pesos atómicos que supuso un inicio muy importante a la concepción actual de la química. La tabla de Dalton, sin embargo, contaba con multitud de errores, pues consideraba que la combinación de átomos era en su mayoría de uno con uno, lo que hoy en día se conoce que no es necesariamente la más frecuente.

Uno de los principales experimentos que rebatieron esa relación uno a uno fue el realizado por William Nicholson (1753-1815) y Anthony Carlisle (1768-1840). Dicho experimento consistió en una electrolisis o descomposición del agua en hidrógeno y oxígeno. La evidencia mostró que el volumen formado de hidrógeno era el doble que el de oxígeno, contrario a la relación uno a uno. Aun así, era coherente que la masa obtenida de oxígeno fuera 8 veces más pesada que la de hidrógeno, sin embargo, como la proporción era 2 de hidrógeno con 1 de oxígeno, se determinó que el peso atómico de este sería de 16 en lugar de 8.

Experimentos de Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850) descubrieron que, cuando se combinaban 2 volúmenes de hidrógeno con 1 de oxígeno, los gases se combinaban en la proporción de números enteros pequeños. Dicha hipótesis pasó a ser conocida en 1808 como la ley de los volúmenes de combinación.

A raíz de esto, Amadeo Avogadro (1776-1856) realizó la experiencia de mezclar cloro con hidrógeno. Con el planteamiento previo en el que dichos gases estaban formados por un átomo, 50 átomos de cloro junto con 50 átomos de hidrógeno formarían 50 moléculas de cloruro de hidrógeno. Sin embargo, el volumen era constante, dando a entender que se formaban 100 moléculas. Tras ello, planteó la hipótesis de que determinados gases estaban formados por moléculas diatómicas. Esto justificaría que inicialmente se contaba con 50 moléculas de H_2 y 50 de Cl_2 , dando como resultado 100 moléculas de HCl , con lo cual, un volumen de hidrógeno y uno de cloro darían dos volúmenes de HCl . Esta suposición fue propuesta en 1811 y pasó a llamarse la hipótesis de Avogadro. Desafortunadamente, fue ignorada durante medio

siglo y no fue retomada hasta 1860 con el Congreso de Karlsruhe, el cual se comentará posteriormente.

En 1807, un químico sueco llamado Jons Jakob Berzelius trató de determinar la constitución elemental de distintos compuestos mediante diversos análisis. Ello le llevó a consolidar la validez de la ley de las proporciones definidas, que a su vez consolidó el modelo atómico de Dalton. En 1828 publicó su primera tabla de pesos atómicos, la cual presentaba escasos errores comparados con los valores que conocemos hoy en día. Si bien posteriormente se publicaron tablas de pesos atómicos más completas, esta primera supuso una ruptura con la idea de Dalton de que los pesos atómicos eran números enteros.

Más adelante, cabe destacar que en 1860 tuvo lugar un evento que fue clave en la construcción de la química moderna, conocido como “El Congreso Karlsruhe”. El contexto de dicho congreso venía caracterizado por imprecisiones a la hora de definir ciertos conceptos químicos como peso atómico, peso molecular, valencia o estructura química. Aunque en algunos conceptos no se llegaron a muchos acuerdos definitivos, sí sirvió como importante paso para alcanzar algunas cuestiones tales como la adopción de pesos atómicos (ahora conocidos como masas atómicas), realizar una mejora de la representación de los compuestos de Kekule o reconocer que determinados elementos están formados por moléculas diatómicas, como el cloro, oxígeno e hidrógeno (Cid Manzano, 2009).

Sin embargo, cabe destacar la aportación de Stanislao Cannizzaro (1826-1910), quien realizó aportaciones cruciales para que se estableciera la diferencia entre átomo y molécula. Se propuso la adopción del concepto de molécula como la cantidad más pequeña de sustancia que entra en reacción conservando sus características físicas, y átomo a la cantidad más pequeña de un cuerpo que entra en la molécula de sus compuestos.

Un joven ruso, llamado Dimitri Mendeleiev (1834-1907), también asistió al congreso y se vio inspirado por las intervenciones de Cannizzaro. Dicho congreso fue de vital importancia para que al año siguiente se dedicara a intentar buscar una clasificación definitiva para los elementos químicos (Brock 1998, citado por Cid Manzano 2009). Mendeleiev trató de ordenar los distintos átomos teniendo en cuenta en primer lugar su peso atómico, teniendo que revisar algunos de ellos. En segundo

lugar, tuvo también en cuenta cómo era la reactividad de los distintos elementos. Tras ello, reconoció la existencia de vacíos en su intento de clasificación, que correspondían a elementos que no habían sido descubiertos aún. Finalmente, Mendeleiev dio lugar a la primera tabla periódica en 1869 (Hendry, 2005).

2.2. Dificultades de aprendizaje

Entendiendo el aprendizaje desde un punto de vista constructivista, a la hora de realizar la propuesta didáctica hay que tener en cuenta las dificultades de aprendizaje que pueden presentar los alumnos con respecto a la temática a tratar.

Los alumnos construyen sus propios modelos para la interpretación de la realidad. Estos modelos pueden ser más o menos compatibles con el conocimiento científico de la actualidad, sin embargo, estos modelos juegan un papel importante en como el alumnado interpreta el conocimiento y lo interioriza dentro de su estructura cognitiva. En este sentido el profesor debe ser conocedor de dichos conocimientos previos que posee el alumnado, de modo que pueda ser un mediador eficaz entre el conocimiento previo del alumno y los nuevos aprendizajes que adquiera.

Las concepciones previas de los alumnos serían por tanto ideas presentes en la mente del alumno, debido a su manera de entender el universo que le rodea, presentando las siguientes características (Pintó, Aliberas y Gómez, 1996):

- ✓ Son coherentes dentro del marco conceptual del alumno, es decir, no se contradicen con otras ideas previas.
- ✓ Son universales. Aunque algunos estudios detallen algunas diferencias leves entre las concepciones previas de diferentes culturas para algunos casos particulares, en general suelen ser universales.
- ✓ Son persistentes a su transformación por otras concepciones.
- ✓ Son consistentes, lo que permite que el alumno las emplee en distintos contextos.

Por tanto, estas ideas están presentes en todos los ámbitos de la vida del alumnado y no solo en el ámbito escolar. Durante el aprendizaje escolar se requiere de un cambio conceptual en dichas ideas.

Para entender algunas de las principales dificultades que plantea la unidad, en primer lugar, se debe conocer que en el ámbito de la química existen tres niveles de representación: (Gilbert y Treagust, 2009)

- ✓ Macroscópico o fenomenológico: Compuesto por las características observables.
- ✓ Submicroscópico: Interpretación de los procesos a nivel no visible, como átomos, moléculas o electrones.
- ✓ Simbólico: Relacionados con la representación de los compuestos químicos, como, por ejemplo, las propias ecuaciones químicas.

Una gran dificultad del aprendizaje de química radica en el nivel de abstracción de la materia, fundamentalmente en los niveles submicroscópico y simbólico. Esto se debe a que los alumnos presentan dificultades para entender los cambios que no sean observables, que se englobarían dentro del nivel macroscópico. La relación entre los distintos niveles de representación también presenta una dificultad para el alumnado (Casado y Raviolo, 2005).

2.2.1. Dificultades de aprendizaje debido a conceptos no adquiridos anteriormente

El aprendizaje del cambio químico requiere una comprensión de conceptos que el alumno debería haber adquirido previamente en esta misma materia. Por ello, algunas de las principales dificultades de aprendizaje aparecen cuando los alumnos no han comprendido adecuadamente los conceptos previos necesarios.

Existe un bajo porcentaje de la comprensión de la idea de sustancia (Azcona, R., et al., 2004). Los alumnos presentan dificultades para diferenciar sustancia y mezcla a escala macroscópica y submicroscópica. Además, existen problemas para distinguir compuesto y mezcla a nivel microscópico. Los estudiantes presentan dificultades para distinguir cuando hay una mezcla, un compuesto o una sustancia simple en un sistema químico, lo que se debe a la creencia de que todo está mezclado y de que cualquier material está formado por una mezcla de sustancias más simples a las que llamamos elementos químicos.

Existen problemas con la concepción propiamente dicha de elemento. En ocasiones, los alumnos conciben un elemento como sustancia igual en todas sus

partes (por ejemplo, un cristal homogéneo). Conciben también la idea de que dos materiales formados por el mismo elemento son sustancias diferentes por presentar distinta forma, como por ejemplo una fibra y un cable de hierro (Ben-zvi et al. 1986, citado por Kind, 2004).

A nivel submicroscópico existen varias creencias (De Jong y Taber, 2007), como creer que las moléculas y átomos pueden tener propiedades macroscópicas tales como color o conductividad. Un ejemplo de ello puede ser creer que, si a nivel macroscópico un cristal de sulfato de cobre presenta color azul, sus moléculas serán de color azul o que un átomo de cobre conduzca la electricidad. Los alumnos en ocasiones conciben como sustancias extra, propiedades debidas a las sustancias, como por ejemplo una sustancia “dulcificante” que aparece cuando se disuelve azúcar en agua, en lugar de ser una propiedad del azúcar (De Jong y Taber, 2007).

Finalmente cabe destacar la concepción presente de forma frecuente de creer que los gases no cuentan con masa. Ello complica la comprensión de la Ley de Lavoisier cuando en una reacción química está presente, bien en los reactivos o en los productos, un gas.

2.2.2. Dificultades de aprendizaje relacionadas con la reacción química

Existen dificultades de aprendizaje específicamente asociadas con las reacciones químicas. Dichas dificultades son las siguientes (Kind, 2004):

- ✓ El aprendizaje no se consolida debido a un escaso tiempo y a no tener en cuenta en diversas ocasiones, las ideas previas de los estudiantes para saber dirigirlos.
- ✓ Las ideas previas erróneas sobre el nivel submicroscópico afectan al aprendizaje de las reacciones químicas, como por ejemplo entender la materia como continua o los casos anteriormente mencionados de extrapolar propiedades macroscópicas a los átomos.
- ✓ Al igual que de manera general para toda la química, el lenguaje químico dificulta la comprensión del fenómeno de cambio químico. Es por ello por lo que los alumnos deben aprender los significados químicos en lugar de memorizar los términos sueltos.

En el nivel simbólico existen dificultades para interpretar los símbolos (De Jong y Taber, 2007), así como para entender como los coeficientes estequiométricos expresan las proporciones entre las moléculas de una reacción. Por otro lado, se destacan las dificultades para comprender el significado de las fórmulas químicas y asociarlas únicamente a las sustancias.

Por otro lado, Los alumnos presentan dificultades para distinguir entre cambio físico y químico, debido a la abstracción necesaria que se requiere para entender dicho concepto. Es frecuente que los alumnos den una explicación del fenómeno de cambio químico simplemente a nivel macroscópico, sin ser capaces de explicar lo sucedido a nivel microscópico, o viceversa (Solsona Pairó e Izquierdo Aymerich, 1999). En ocasiones se asocian procesos, como la disolución, a cambio químico (Kind, 2004). Un ejemplo de ello sería cuando el alumno no concibe como una misma sustancia un cristal antes de una disolución y después de una recristalización.

Los alumnos, en ocasiones, son capaces de dar una explicación microscópica sin ser capaces de dar ejemplos ni hablar del cambio a nivel de estructura interna. Esto suele implicar que se ha producido una mecanización del contenido académico sin que llegue a comprenderse.

Una vez se introduce el concepto de átomo, la diferencia entre cambio químico y cambio físico se hace más accesible, lo que permite que el alumno pueda comprender de una manera más precisa la diferencia entre cambio físico y químico y no solo memorizar una definición o creer una explicación que no pueden ver.

Los alumnos presentan también concepciones alternativas en referencia a las reacciones químicas. Una de ella consiste en creer que durante el cambio químico las sustancias no cambian sus propiedades, por ejemplo, si quemamos una hoja de papel, las partículas de papel se encuentran dispersas en el humo. Por otro lado, los alumnos piensan que los elementos pueden transformarse en otros durante una reacción química, por ejemplo, cuando se quema la lana de acero y piensan que se ha convertido en carbón (De Jong y Taber, 2007; Kind, 2004). La bibliografía existente también indica que una concepción alternativa presente en la mente de los alumnos es pensar que para que haya una reacción química tiene que haber una influencia del exterior y que no puede darse desde el propio interior del sistema (Talanquer, 2005)

Por último, también existe una dificultad para entender la ley de conservación de la masa. No solo por no comprender que los gases tienen masa, sino porque también presentan dificultades para entender la conservación del número de átomos de cada elemento o el significado de los coeficientes de reacción. Es por ello que dichos problemas de comprensión se ven incrementados cuando intervienen gases en las reacciones.

2.2.3. Dificultades asociadas al desarrollo cognitivo de los alumnos

En el curso presente los alumnos tienen una edad de 15 años, por lo que se encuentran entre el pensamiento formal inicial (14 años) y el pensamiento formal avanzado (16 años), según Piaget. Según Shayer y Adey (1986) a la edad de 15 años el nivel de pensamiento inicial se está consolidando, provocando que se presenten dificultades a la hora de aprender conceptos que entran dentro del pensamiento formal avanzado, pues este está por encima de su nivel de desarrollo, requiriendo una mayor exigencia cognitiva. En la tabla 1. se detallan las temáticas que se abordan en mayor o menor medida en la unidad, junto con el nivel de exigencia cognitiva requerido para cada nivel de profundidad.

Los conceptos del apartado “velocidad de reacción” corresponden, en su mayoría, al nivel “formal inicial”, por lo que cabría esperar que gran parte de los alumnos no presenten problemas en la comprensión de dichos conceptos, pues como se ha indicado anteriormente, dicho nivel de cognición se está consolidando. Sin embargo, la comprensión del efecto de la temperatura requiere un nivel “Formal avanzado”, lo cual podría presentar problemas al requerir un nivel superior de exigencias cognitivas.

Los conceptos del apartado de “compuestos, reacciones y su representación química” de esta unidad se encuentran enmarcados fundamentalmente en el nivel “formal inicial”, aunque en unidades posteriores se empezará a trabajar el nivel “formal avanzado” al introducir el concepto de mol y los cálculos estequiométricos. Esto supone trabajar al límite del desarrollo cognitivo del alumno y, por tanto, prestando especial atención a las dificultades que puedan presentar.

Tabla 1. Exigencias cognitivas de los contenidos relacionados con la reacción química (Shayer y Adey, 1986)

2A Concreto inicial	2B Concreto avanzado	3A Formal inicial	3B Formal avanzado
Q.3 Velocidad de reacción			
El más caliente va más deprisa. El más fuerte va más deprisa. El débil es el más lento.	Si se dobla la fuerza, la reacción es el doble de rápida. Si se eleva la temperatura	Al dividir un sólido, la reacción es más rápida porque aumenta el área de contacto. Examinando una gráfica se puede ver que la pendiente de la curva disminuye, por tanto la velocidad de reacción también disminuye. Esa parte de esa gráfica muestra que esa reacción es más rápida que esta.	1/t mide la velocidad de la reacción, por tanto, la gráfica muestra que la velocidad es proporcional a la concentración. Si se dobla la concentración, se dobla la posibilidad de contacto y por tanto se dobla la velocidad. La temperatura hace que las partículas choquen más rápido (con más frecuencia) y más fuerte. Puede interpretar curvas de vida media, crecimiento y desintegración radioquímica. Puede investigar sobre las variables que rigen la velocidad de descomposición del H_2O_2 .
Q.5 Compuestos, reacciones y su representación química			
Usa los nombres, pero sólo asociativamente. No da contenido a la nomenclatura química, por ello, no puede representarla.	Recuerda las combinaciones químicas, sin apreciar las reglas generales. La composición de los compuestos es deducida de manera memotécnica, como por ejemplo el agua, que está compuesta por hidrógeno y oxígeno, producirá hidrógeno y oxígeno. Puede usar ecuaciones con letras para indicar una reacción reversible	Puede entender la conservación de los elementos en una reacción de intercambio mediante un modelo de reacción química. Puede hacer ecuaciones químicas. Comprende la relación entre ecuación química y reacciones, pero aun no sabe usarlas para estimar cantidades, excepto cuando lo ha aprendido en la práctica para situaciones específicas. Puede usar la teoría atómica y modelos simples de estructuras para explicar el cambio químico	Emplea los símbolos químicos de manera funcional. Sigue el enfoque de Nuffield en el aprendizaje de las ecuaciones. Usa deductivamente el concepto de mol, y puede analizar un problema para ver cómo aplicar el paso a moles o molaridades y el paso opuesto a volúmenes o masas. El equilibrio se entiende como un proceso dinámico entre las sustancias reactantes y los productos.

Q.6 Ácidos y bases			
“Ácido” como nombre de sustancias con ciertas propiedades como colorear el papel de tornasol, atacar los metales, tener un sabor agrio, pero consideradas aisladamente, no como características que los definen.	Los ácidos y las bases como facciones opuestas. La escala de pH como una gradación de la acidez. La neutralización por medio de cantidades iguales de ácido y base, si el profesor ha preparado disoluciones equivalentes. Si se dobla la cantidad de ácido, o se dobla su concentración, se necesitará el doble de base.	La reacción de un ácido con una base es $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$. Limita el cambio de pH solo por dilución. Los ácidos son disoluciones; sin agua no hay acidez. Conservación durante la neutralización: nada se pierde, y el nuevo producto es en principio recuperable. Problemas como $N_1V_1=N_2V_2$ vistos en la práctica	Las reacciones entre un ácido y una base entendidas como una perturbación del equilibrio de H^+ y OH^- en agua. Uso de las cantidades molares para encontrar la ecuación de la reacción entre un ácido y una base. Puede apreciar que hay iones de H^+ aun en NaOH 1M y, por tanto, tiene una comprensión racional de la escala de pH
Q.7 Oxidación y reducción			
El oxígeno puro hace perder las cosas con más fuerza que el mismo aire.	El carbono reduce los óxidos de los metales a metales. El oxígeno puede oxidar un metal. Los metales pueden colocarse en una serie de reactividad por su rapidez y cigor para quemarse.	Posee un modelo de reacción química en el que se conservan los elementos, por tanto, puede predecir que cuando el carbono o un metal reactivo reduce un óxido, resulta un producto que es dióxido de carbono o un óxido metálico. A partir de una serie de reacciones puede elaborar una serie de reactividad, y a partir de esa serie puede predecir las reducciones que se producirán. La oxidación es un aumento de oxígeno o de otro no-metal.	Comprende que existen diferentes teorías o modelos de oxidación-reducción y puede compararlas críticamente. Puede usar un modelo de reacción aun cuando lo que ve sea paradójico, como quemar magnesio, que produce hidrógeno. Explica la oxidación en términos de cambio de valencia o formación de enlaces.

Para los apartados de “ácidos y bases” y “oxidación y reducción” los contenidos exigidos en la unidad se enmarcan entre los niveles “concreto avanzado” y “formal inicial”.

En el caso de ácidos y bases se debe a que no se profundiza en una definición a partir del concepto de mol, ya que en esta unidad se presupone que el mol será visto en una unidad posterior. Por otro lado, las reacciones de oxidación y reducción se ven de un modo muy somero en dicha unidad, existiendo libros de texto que en dicho curso académico no hablan de oxidación, sino simplemente de combustión. Una comprensión más amplia de dicho tipo de reacciones corresponde a cursos posteriores de bachillerato. Por ello, será más complicado encontrar dificultades debidas al desarrollo cognitivo respecto a otros temas.

2.3. Fundamentos didácticos

La unidad didáctica se fundamenta en el modelo constructivista de aprendizaje o alternativo. El constructivismo como teoría surge de la unificación de las aportaciones de Piaget y Vygotsky. Piaget aboga por el constructivismo cognitivo, del cual podemos destacar, en el ámbito de la educación, las etapas de desarrollo cognitivo que experimenta un bebe hasta su madurez. En física y química dichas etapas son de vital importancia, pues determinan que nivel de contenidos puede aprender y que nivel de abstracción es capaz de entender. Por otro lado, Vygotsky aboga por el constructivismo social, incorporando a la teoría la importancia del contexto social en el aprendizaje y como este puede influir en que las propias capacidades del alumno se desarrollen en menor o mayor medida (Martín Bravo y Navarro Guzmán, 2009).

El modelo de aprendizaje constructivista supone un enriquecimiento progresivo del alumno hacia un modelo más complejo de comprensión a nivel submicroscópico del fenómeno de reacción química. Tiene en cuenta, además, las ideas previas, así como los intereses de los alumnos, de modo que se construya el conocimiento a partir de estos (García Pérez, 2000).

El modelo didáctico empleado en la unidad se basa en una metodología en la que el alumno es parte activa del proceso de aprendizaje mediante la investigación, tanto en el laboratorio como a través de simulaciones. La unidad contempla los

siguientes elementos de la competencia científica en relación con los enfoques de la enseñanza de la ciencia:

- ✓ Modelos: El alumno construye un modelo de reacción química acorde a la teoría cinético molecular y, para ello, se realizan actividades de laboratorio y se trabaja con analogías, de modo que el alumno compruebe las características y particularidades que debe tener. Esto constituye el primer paso del proceso de enseñanza-aprendizaje, pues a partir de dicho modelo se van a construir otros aprendizajes de carácter más aplicado.
- ✓ Enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad): La unidad aborda las implicaciones de las reacciones químicas con su importancia para la sociedad. Es por ello que se realizan investigaciones mediante el uso de las TIC de las utilidades de la producción de diversos compuestos químicos para la vida cotidiana, sus implicaciones ambientales...

Sin embargo, aunque se trabaje con el uso de modelos, el carácter innovador de la propuesta reside en un enfoque CTS basado en la aplicación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible a lo largo de la unidad.

Además de la dimensión ambiental, en esta unidad didáctica se emplean los recursos educativos de prácticas de laboratorio, ejemplos con elementos presentes en el contexto cotidiano del alumno, recursos TIC y la gamificación, entre otros.

2.3.1. Enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias

La unidad se articula en torno al trabajo con un persistente enfoque CTS con el punto de mira en la perspectiva ambiental. En la literatura es posible encontrar las revisiones bibliográficas de Acevedo Romero y Acevedo Díaz (2009) y Martínez Pérez (2013) sobre el enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias.

El enfoque CTS, también encontrado en diversa literatura como CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente), tiene sus orígenes en los años 80 como crítica a la reforma educativa de la enseñanza de las ciencias sufrida en los años 60, fundamentalmente en países de habla inglesa (Reino Unido, E.E.U.U., Canadá, Australia...). En España, sin embargo, una década más tarde de su creación aún no estaba presente de forma relevante en la enseñanza Secundaria (Acevedo Díaz, 1994).

El movimiento del enfoque CTS supone una reformulación de la finalidad de la educación en ciencias, de modo que el objetivo principal pasa a ser la alfabetización científico-tecnológica de todas las personas, así como el estudio de la ciencia en un contexto cotidiano que acerque la ciencia a la vida de los estudiantes. Este cambio de enfoque implica una innovación del currículo escolar, dando prioridad a contenidos de tipo actitudinal y axiológico (valores y normas) que presenten relación con la ciencia y la tecnología en la sociedad. De este modo la educación responde a la necesidad social de formar ciudadanos capaces de tomar decisiones razonadas y democráticas sobre problemáticas de índole científica en la sociedad. Algunas de las implicaciones de este enfoque son:

- ✓ La modificación del rol de estudiante y profesor. El estudiante pasa a tener un rol de sujeto activo dentro de la ciudadanía. El profesor, que con el modelo tradicional solo debe tener un dominio de los conocimientos teóricos, pasa a ser una figura que requiera la comprensión de aspectos de diversa índole social sobre la ciencia y la tecnología, de modo que genere controversia en el aula y permita el análisis de las contribuciones y limitaciones de la ciencia y la tecnología en la sociedad actual.
- ✓ La incorporación de fundamentos epistemológicos. La evolución de la ciencia a lo largo de la historia ayuda a que el alumnado comprenda la limitación dada por los factores sociales y el contexto de cada sociedad.

Por otro lado, alguno de los beneficios desde el punto de vista educativo que presenta este enfoque son los siguientes:

- ✓ Dar sentido a los conocimientos de los estudiantes, dándoles un carácter útil y funcional más allá del ámbito académico.
- ✓ Colaborar en la formación de ciudadanos que sean capaces de tener una opinión libre, crítica, fundamentada y que tenga en cuenta la dimensión social, sobre los problemas de nuestro tiempo.
- ✓ Contribuir a evitar rupturas drásticas entre ciencia y tecnología.
- ✓ Motivar a los alumnos hacia el aprendizaje de la ciencia y la tecnología.

Sin embargo, este enfoque no ha estado exento de polémica. Diversos autores critican el enfoque CTS como poco preciso y demasiado diverso, lo cual da lugar a un gran número de aproximaciones a la enseñanza de la ciencia y tecnología desde el

enfoque CTS. Los defensores del enfoque CTS contemplan la pluralidad como una fortaleza en lugar de una debilidad.

La incorporación del enfoque CTS se puede plantear desde dos perspectivas. Una primera perspectiva se centra en las cuestiones científicas y tecnológicas de relevancia social, mientras que la otra perspectiva se basa en los aspectos sociales y culturales de la ciencia y la tecnología. Mientras que la primera perspectiva puede conectar de mejor modo con los alumnos, puede inducir a una educación CTS parcial y compartimentada. Por su parte, la segunda perspectiva puede proporcionar una estructura conceptual más amplia y duradera, sin embargo, suele percibirse por parte del profesorado como un enfoque más alejado de la ciencia y la tecnología, pues incorpora en gran medida interrelaciones con disciplinas no científicas.

En esta unidad el enfoque CTS se aborda desde un modo intermedio de ambas perspectivas. Aunque el eje principal sea el propio conocimiento científico, el tratamiento de los factores sociales adquiere un papel importante, provocando que el alumno deba posicionarse ante cuestiones planteadas, debiendo dar opiniones fundamentadas sobre la problemática en cuestión.

2.3.2. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la enseñanza secundaria

2.3.2.1. Antecedentes

El trabajo de Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el ámbito de la educación constituye actualmente un pilar fundamental de la educación ambiental. El devenir actual de la educación ambiental es muy reciente, pues sus orígenes se remontan a finales de la década de los 60, cuando diversos países empezaron a manifestar la necesidad de incorporar el medioambiente de forma transversal en el currículo (Novo, 2017). Dentro de estos antecedentes, destacamos el informe “Our common Future” más conocido como Informe Brundtlan, en el que se define por primera vez el desarrollo sostenible como un desarrollo en el que conviven el desarrollo de las formas de vidas presentes con el de las generaciones futuras (Brundtlan, 1987 citado por Novo, 2017).

La Agenda 21, creada en 1992 tras la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible, es la predecesora de la Agenda 2030, en la cual se fundamenta el carácter innovador de la propuesta. Dicha Agenda 21 es un documento que evoca a la acción de la sociedad haciendo mención del papel de la educación, especialmente en su artículo 36 de “Fomento de la educación, la capacitación y la toma de conciencia (ONU, 1992). La Agenda 21 elabora unos Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) para la consecución de sus metas. Sus tres principales áreas de atención, en lo referente a la educación, son:

- ✓ Un cambio en la orientación de la educación, acercándola al desarrollo sostenible.
- ✓ Fortalecer la conciencia pública.
- ✓ Capacitar a ciudadanos para el ejercicio de empleos relacionados con el medio ambiente.

También cabe destacar la existencia de Agendas 21 escolares y universitarias, que pueden ser introducidas en los centros para incorporar la dimensión ambiental en el currículum oculto.

Por último, también cabe destacar “La Carta de la Tierra”, que es una herramienta educativa creada en el marco de la “Década de las Naciones Unidas por la Educación para el Desarrollo Sostenible” por la UNESCO, caracterizada por su contenido ético al introducir los conceptos de identidad humana planetaria y responsabilidad universal, diferenciada, sincrónica y diacrónica. La propia carta enumera acciones concretas que deben ser incorporadas por los docentes en el discurso pedagógico (Murga-Menoyo, 2009).

2.3.2.2. *La Agenda 2030*

La Agenda 2030 surge en la Cumbre de las Naciones Unidas de 2015 como un programa de acción basado en una relación biyectiva entre sus bases, los derechos humanos y el desarrollo sostenible. A raíz de la ONU estimara que los ODM de la Agenda 21 hubieran supuesto un avance insuficiente en el desarrollo sostenible, se crearon los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible u ODS (Figura 2.).

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Figura 2. Objetivos de Desarrollo Sostenible

Los ODS suponen una mejora a los ODM por contar con un sistema de indicadores para analizar el grado de logro, metas que estaban interrelacionadas entre sí, una ampliación el foco de atención y la contemplación del impacto de un territorio sobre otros ajenos. Es pues, un documento que persigue la consecución de la justicia social, entendida como la distribución equitativa de la población y la justicia ambiental (Murga-Menoyo, 2018).

Las autoras Murga-Menoyo y Novo (2015, 2017 y 2018) realizan una amplia reflexión sobre la educación, con especial énfasis en la educación secundaria, a partir de los planteamientos de la Agenda 2030.

El papel de la educación en la agenda, presente en el objetivo 4, tiene una doble vertiente. Por un lado, se habla de la necesidad de una educación para todos y por otro lado se habla de la educación como herramienta para el desarrollo de los ODS, visión de especial relevancia en este trabajo.

La educación en los ODS se entiende como una educación para el Desarrollo Sostenible. Esta educación engloba los ámbitos cognitivo, socioemocional y conductual y requiere de un proceso de “sostenibilización curricular”, que consiste en la incorporación de la dimensión ambiental al currículo, en este caso, de la educación secundaria.

La Agenda 2030 propone una modificación respecto de la Agenda 21 de las competencias clave para el desarrollo de la sostenibilidad (Tabla 2.). Dicha modificación, en algunos casos, supone solo una reformulación de la competencia en cuestión, aunque se incorporan nuevas competencias.

Si se compara el cambio de una agenda a otra, se ha eliminado la competencia de responsabilidad con las generaciones presentes y futuras, incorporando, por otro lado, pensamiento anticipatorio, competencia normativa, competencia estratégica, conciencia de sí mismo y resolución integrada de problemas como nuevas competencias a trabajar.

Tabla 2. Comparación entre las competencias en sostenibilidad de la Agenda 21 y de la Agenda 2020. Color azul: Agenda 21; Color verde: Agenda 2030 (Murgameno, 2018)

Competencias clave	Capacidades
Reflexión sistémica	Reconocer y entender las relaciones, así como analizar sistemas complejos. Consciencia de los dominios y escalas de los sistemas, así como hacer frente a la incertidumbre.
Pensamiento complejo	
Pensamiento anticipatorio	Comprender y evaluar escenarios de futuro múltiples. Aplicar el principio precautorio y evaluar las consecuencias de las acciones, así como sus riesgos y posibles cambios que puedan provocar.
Competencia normativa	Entender las normas y valores que subyacen a la conducta y consensuar principios, valores, objetivos y metas de sostenibilidad que satisfaga los distintos intereses.
Competencia estratégica	Desarrollar y ejecutar acciones colectivas innovadoras fomentando la sostenibilidad con una visión glocal.
Toma de decisiones colaborativa	Aprender de los demás bajo las premisas de empatía y liderazgo empático y resolver los conflictos en grupo fomentando la colaboración y la participación.
Competencia colaborativa	
Análisis crítico	Cuestionar prácticas, opiniones y normal, así como reflexionar sobre valores, percepciones y acciones. Tomar posición desde la perspectiva de la sostenibilidad.
Pensamiento crítico	
Conciencia de sí mismo	Reflexionar sobre el papel a nivel local y en la sociedad del individuo. Valorar continuamente las acciones y gestionar los sentimientos y deseos.
Resolución integrada de problemas	Aplicar diferentes perspectivas a la resolución de problemas complejos del ámbito de la sostenibilidad, desarrollando soluciones que sean viables, inclusivas y equitativas.
Sentido de la responsabilidad con generaciones presentes y futuras	Comprender que el daño al medioambiente es siempre una agresión eco-social. Desarrollar un compromiso activo por la justicia social y ambiental.

En referencia a los contenidos, la UNESCO aboga por integrar en el currículo el cambio climático, la pobreza y el consumo sostenible, entre otros. Los dos contenidos más importantes, ligados a las competencias anteriormente descritas, son la ciudadanía plantearía y la tierra como sistema complejo, ambos altamente ligados a la competencia de pensamiento complejo.

La visión de la tierra como sistema complejo tiene su énfasis en hacer entender que las acciones que se realizan desde un territorio producen consecuencias a distinta escala sobre la totalidad del planeta. Ello se puede ver en cómo, por ejemplo, el incendio del Amazonas puede repercutir sobre las concentraciones de CO₂

atmosférico de todo el mundo o cómo si un país no ratifica un tratado ambiental, puede perjudicar a los países que sí ejercen un compromiso con el mismo.

Esta visión requiere de la formación de una “ciudadanía planetaria”, concepto que expresa la necesidad de entender, sin perder la identidad local individual, el hecho de que toda la ciudadanía del mundo comparte derechos y responsabilidades comunes en toda la biosfera, enmarcada en una convivencia pacífica nacional e internacional. Para ello se debe avanzar hacia un sentimiento de pertenencia más amplio e inclusivo que permita conciliar las necesidades locales y expectativas de desarrollo con las universales. Aun así, no se debe perder el sentimiento de pertenencia a una comunidad concreta, sino más bien construir un nuevo paradigma en el que se conciben las comunidades como redes enlazadas.

La visión sistémico-compleja y la formación de la ciudadanía planetaria conducen a actuar desde la glocalidad. La glocalidad hace referencia a una doble dimensión de las problemáticas, global y local. Local porque se debe actuar a esta escala, especialmente relevante en educación, pues los contextos cercanos permiten una mayor comprensión de las problemáticas ambientales y una mayor sensibilización del alumnado. Global porque muchas problemáticas afectan a la totalidad del globo, además de conocer, por las razones explicadas anteriormente, que una problemática local puede afectar a nivel global. Es por ello por lo que se emplea el término glocalidad, el cual se podría entender como “piensa global, actúa local”.

La metodología empleada debe dar pie a que se produzca una deconstrucción de la concepción previa de la relación humano-humano y humano-medio ambiente, haciendo énfasis en las ya comentadas “visión sistémico-compleja”, “ciudadanía planetaria” y “glocalidad”. Dicha metodología debe ser diversa, para dar respuesta a las distintas habilidades del alumnado. Además, se recomienda como instrumento de evaluación, la rúbrica, de modo que se recojan los distintos niveles de logro durante el proceso formativo.

3. Presentación de la Unidad Didáctica

3.1. Justificación de la innovación

Las reacciones químicas y el cambio químico en general constituyen uno de los temas de mayor relevancia en la materia de física y química de 4º de la ESO. Su importancia radica en la presencia y relevancia de estos en la vida cotidiana, por lo que no es de extrañar que los contenidos referentes al cambio en química constituyan un bloque de contenido de los cinco presentes en toda la enseñanza de la física y química durante la ESO.

3.2. Fundamentos metodológicos

La metodología de la unidad, como se ha comentado en apartados anteriores, se fundamenta en el aprendizaje constructivista. Dicho aprendizaje pone al alumno como eje central del proceso enseñanza-aprendizaje que se da a lo largo de la unidad. La metodología se caracteriza por un fuerte enfoque CTS, articulado a partir de los 4 ODS comentados anteriormente.

En línea con este modelo de aprendizaje, se aboga en esta unidad por potenciar el trabajo en grupos heterogéneos de 4 integrantes, de modo que se fomente la discusión y el cruce de opiniones entre los distintos miembros del grupo.

Durante la unidad se fomenta mucho la discusión como recurso para trabajar y relacionar la dimensión científica y social de las problemáticas planteadas. Este tipo de actividades de discusión sobre distintos temas tienen la finalidad de que el alumno elabore su opinión crítica y formada sobre cuestiones ambientales relacionadas con la ciencia de las reacciones químicas.

Se destacan otros recursos educativos como las TIC o las actividades de laboratorio, que son de gran utilidad para potenciar la motivación del alumnado con la unidad. En esta línea se destaca la evaluación del aprendizaje mediante la gamificación, pues en esta unidad se emplean en dos ocasiones juegos de preguntas como medida de evaluación del aprendizaje adquirido.

3.2.1. Forma de trabajar en el aula. Relaciones entre el docente y el alumno

El aprendizaje constructivista pone al alumno como sujeto activo del proceso de aprendizaje, es por ello por lo que la metodología empleada contempla la importancia de que el alumno tome parte activa de dicho proceso. El diseño de actividades se ha realizado en consonancia con esto, englobando actividades en las que el alumno debe investigar, experimentar e inferir sus propias ideas a partir de evidencias. Dicho enfoque también se reflejará en la evaluación, en la que el alumno también tomará parte, permitiéndole desarrollar una actitud crítica ante su trabajo y el de sus compañeros.

La principal forma de trabajar en clase será por grupos de 4 personas. Estos grupos tienen que cumplir la condición de ser heterogéneos y ser creados por el profesor a partir de la observación de las formas de trabajar y las personalidades del alumnado, de modo que estén equilibrados e incorporen a personas diversas, aportando enriquecimiento al grupo. Salvo circunstancias adversas, serán mantenidos durante toda la unidad y serán la base para el trabajo de las actividades realizadas en clase y del laboratorio. Debido a la importancia del trabajo en grupo, el docente tendrá un carácter de guía a lo largo del proceso enseñanza aprendizaje.

Además, en esta unidad se empleará en todas las sesiones la mecánica de iniciar la sesión con una pregunta y unos objetivos que se alcanzarán en la sesión y al final de la sesión (o al final de la actividad) se tendrán que anotar las principales conclusiones que anuncien, de modo que exista una introducción y un repaso breve a lo trabajado en el aula de forma diaria.

Cabe destacar que la metodología empleada seguirá algunas de las indicaciones de Vaello (2007) para mantener la motivación en el grupo:

- ✓ Inducir al alumno una sensación de éxito a partir de los logros de su propio trabajo.
- ✓ Inducir expectativas de éxito en alumnos que no las tengan.
- ✓ Hacer que los propios alumnos tengan su propia expectativa sobre la sesión.
- ✓ Diversificar los objetivos para poder beneficiar a las distintas capacidades del alumno.

- ✓ Graduar los objetivos según progrese la clase durante la impartición de la unidad.
- ✓ Dar valor al esfuerzo habitual, hábitos de trabajo, progreso y convivencia adecuada.

3.2.2. Forma de abordar las dificultades

Para abordar las principales dificultades del alumnado, en primer lugar, se realizará una exploración de estas a través de un cuestionario inicial, que supondrá la guía para reforzar aquellas ideas alternativas que estén presentes de forma más persistente en las mentes del alumnado. A mitad de la unidad, se realizará otra actividad de exploración, referente a la segunda parte de la unidad, pero en este caso se realizará mediante un diálogo oral entre profesor y alumnado a partir de preguntas planteadas. Para tratar de superar dicha barrera se plantean una serie de elementos:

- ✓ Trabajo mediante juegos de rol, de modo que los alumnos sean actores activos de una analogía que trata de explicar el comportamiento submicroscópico de la reacción química.
- ✓ Trabajo mediante actividades de investigación que permitan relacionar el conocimiento aprendido con su aplicación en la vida cotidiana de los alumnos, lo que favorecerá la motivación.
- ✓ Trabajo mediante actividades de laboratorio que permitan, mediante la experimentación, desmotar algunas ideas previas tales como que los gases no tienen masa (mediante un experimento que muestre como se conserva la masa en una reacción química). Por otro lado, estas actividades también motivarán al alumno, ya que lo distraerá de la rutina de trabajo más convencional.
- ✓ Trabajo con materiales audiovisuales para que se observen de forma visual procesos industriales en los que se lleven a cabo reacciones químicas de síntesis y que no solo se estudien de forma teórica. Con esto acercamos al alumno hacia el contenido y superamos la barrea que supone la abstracción de estudiar un proceso industrial sin observar de forma visual como funciona.
- ✓ Realización de una revisión intermedia que permita la evaluación de la adquisición de conocimiento por parte de los alumnos, de igual modo se repetirá el cuestionario de ideas previas para ver en que medida estas han evolucionado.

3.2.3. Características de la evaluación

Bajo una concepción constructivista del aprendizaje, la evaluación en esta unidad didáctica se entiende como una regulación del propio proceso enseñanza-aprendizaje que se produce durante la unidad didáctica, de modo que se ponga de manifiesto cuan efectivo es dicho proceso. La evaluación debe favorecer la reflexión del alumnado ante su propio trabajo y progresos, así como la toma de conciencia de lo aprendido y la necesidad de modificar las concepciones iniciales que se tienen. De igual modo también es un instrumento muy útil para el profesor, de modo que se tenga una valoración sobre que aspectos de la unidad han sido más satisfactorios y cuales deben ser mejorados, no solo al final de la evaluación, sino también a lo largo de ella.

La evaluación vendrá dada en su mayor parte por el docente, que llevará a cabo un seguimiento de la asignatura. Los alumnos serán también evaluadores de su propio trabajo y del trabajo del grupo, incorporándose la autoevaluación y la evaluación entre iguales. La evaluación se dará a lo largo de todo el desarrollo de la unidad. En primer lugar, se evaluarán las ideas previas de los alumnos en dos momentos de la unidad, al comienzo, mediante la elaboración de un cuestionario de preguntas abiertas y en la sesión 8, mediante la formulación de preguntas a la clase para su discusión usando como referencia objetos cotidianos. Durante las sesiones se realizarán observaciones por parte del profesor, así como actividades en clase, en el laboratorio y en el aula de informática que serán tenidas en cuenta en la evaluación de estándares de aprendizaje, de este modo tenemos un seguimiento de cómo evolucionan los conocimientos del alumnado a lo largo de toda la unidad. Finalmente se realizará una evaluación final de la unidad para observar con mayor claridad si se han logrado los objetivos de aprendizaje previstos.

Son objeto de evaluación todos los contenidos de aprendizaje trabajados en la unidad. a través de los correspondientes estándares de aprendizaje evaluables, que corresponden a unos determinados criterios de evaluación que a su vez están relacionados con el desarrollo de unas determinadas competencias.

La evaluación mediante competencias engloba a la evaluación de los contenidos, pues una competencia engloba tanto al conocimiento científico, la puesta en práctica habilidades y destrezas adquiridas, el conocimiento de saberes sociocientíficos y el desarrollo de actitudes y valores.

3.3. Planificación de la unidad didáctica

Esta unidad se enmarca según objetivos, contenidos, competencias, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje recogidos en el *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato* y de la *Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado*.

3.3.1. Objetivos

Los objetivos que se abordados en la unidad son los siguientes:

- ✓ Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de la química para interpretar el fenómeno de reacción química, así como para analizar y valorar la repercusión de esta en el desarrollo científico y tecnológico.
- ✓ Comprender y expresar mensajes con contenido científico en el ámbito de las reacciones químicas, utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.
- ✓ Conocer y valorar las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medio ambiente en el ámbito de determinadas reacciones químicas, para así avanzar hacia un futuro sostenible.

3.3.2. Competencias clave

Durante toda la unidad se desarrolla la competencia matemática científicotecnológica (CMCT). El desarrollo de esta se realiza de forma simultánea con otras competencias, cuando la CMCT se entiende en su sentido más amplio, por ejemplo, entendiéndolo como consecuencia del proceso de alfabetización científica. Dichas competencias desarrolladas son las siguientes:

- ✓ Competencia en comunicación lingüística (CCL) mediante el uso adecuado del lenguaje científico y la adecuada comunicación de la información científica.

- ✓ Competencia de aprender a aprender (CAA) mediante la elaboración de hipótesis, aplicación de modelos e interpretación de tablas y gráficas sobre aspectos relacionados con las reacciones químicas.
- ✓ Competencia social y cívica (CSC) mediante el aprendizaje sobre las necesidades e impactos de determinados tipos de reacciones en nuestra vida cotidiana. En esta unidad el desarrollo de esta competencia goza de vital importancia, pues la innovación se basa en incorporar la dimensión ambiental que trabaja en gran medida esta competencia.

3.3.3. Contenidos

Los contenidos trabajados en la presente unidad han sido divididos según la naturaleza del propio contenido, y todos ellos aparecen recogidos en la tabla 3. Los contenidos trabajados corresponden a tres tipos, según su naturaleza:

- ✓ Conocimientos científicos desarrollados en la unidad. Están relacionados con la competencia CMCT.
- ✓ Habilidades y destrezas científicas que se desarrollarán durante la unidad. Orientadas a la resolución de problemas, inferencia de conclusiones a partir de evidencias, así como desarrollo de habilidades de trabajo en el laboratorio. Están relacionados con las competencias CAA y CCL.
- ✓ Saberes sociocientíficos relacionados con los contenidos trabajados en la unidad, orientados a la relación de los conceptos con su aplicación en la vida cotidiana y la sociedad, destacando con especial relevancia las repercusiones ambientales de determinadas acciones, así como el desarrollo de una visión crítica a partir del conocimiento científico adquirido. Están relacionados con la competencia CSC.

Tabla 3. Contenidos clasificados por naturaleza

Conocimientos científicos (CMCT)	Comprensión del mecanismo de una reacción química a partir de la reorganización atómica que tiene lugar. Identificación de los factores que modifican la velocidad de reacción. Reacciones exotérmicas y endotérmicas. Ácidos y bases.
Habilidades y destrezas (CAA, CCL)	Empleo de la ley de conservación de la masa para deducir el mecanismo de reacción a partir de la reorganización atómica que tiene lugar. Justificar como se modifica la velocidad de reacción a partir de los factores que influyen sobre la misma, usando el modelo cinético-molecular. Interpretación y distinción entre reacciones endotérmicas y exotérmicas. Uso de evidencias experimentales para la identificación de ácidos y bases, comportamiento y fortaleza mediante el uso de indicadores y el pH-metro digital. Interpretación de fenómenos en los que tenga lugar reacciones de síntesis, combustión y neutralización.
Saberes sociocientíficos (CSC)	Valoración de la importancia de las reacciones de síntesis, combustión y neutralización en procesos biológicos, sus aplicaciones cotidianas y en la industria, así como su repercusión medioambiental.

Los contenidos transversales desarrollados son los siguientes:

- ✓ El desarrollo de las habilidades básicas para la comunicación interpersonal, la capacidad de escucha activa, la empatía, la racionalidad y el acuerdo a través del diálogo
- ✓ La toma de conciencia sobre temas y problemas que afectan a todas las personas en un mundo globalizado, así como los principios básicos que rigen el funcionamiento del medio y las repercusiones de las actividades humanas referentes a las reacciones químicas de oxidación para la obtención de energía y la contaminación mediante ácidos y bases. Todo ello, con objeto de fomentar la contribución activa en la defensa, conservación y mejora de nuestro entorno como elemento determinante de la calidad de vida.

Dentro de la unidad, además, se trabajarán como contenidos adicionales 4 ODS. Dichos ODS han sido seleccionados por ser abordables desde el tema de

reacciones químicas (pues de algún modo u otro están relacionados con la química o determinadas reacciones químicas) y por poder abordarse desde un contexto cotidiano y cercano al alumno. Dichos ODS son los siguientes:

- ✓ Agua limpia y saneamiento (ODS 6): El alumno aprenderá la importancia de preservar los recursos hídricos y como un deterioro en la calidad de dichos recursos puede suponer una amenaza para nuestro modelo de vida.
- ✓ Energía asequible y no contaminante (ODS 7): El alumno analizará algunos de los impactos de nuestro modelo energético, fundamentalmente en los impactos del uso de combustibles fósiles.
- ✓ Industria, innovación e infraestructura (ODS 9): El alumno analizará el papel de la innovación y la investigación tecnológica en virtud de avanzar en la línea del desarrollo sostenible.
- ✓ Producción y consumo responsables (ODS 12): El alumno aprenderá como su modelo de vida va asociado a un determinado impacto, y con ello la necesidad de reducir el consumo y evitar el derroche de energía y bienes materiales.

En la figura 3. se elabora un mapa conceptual en el que se agrupan los principales contenidos abordados durante la unidad didáctica

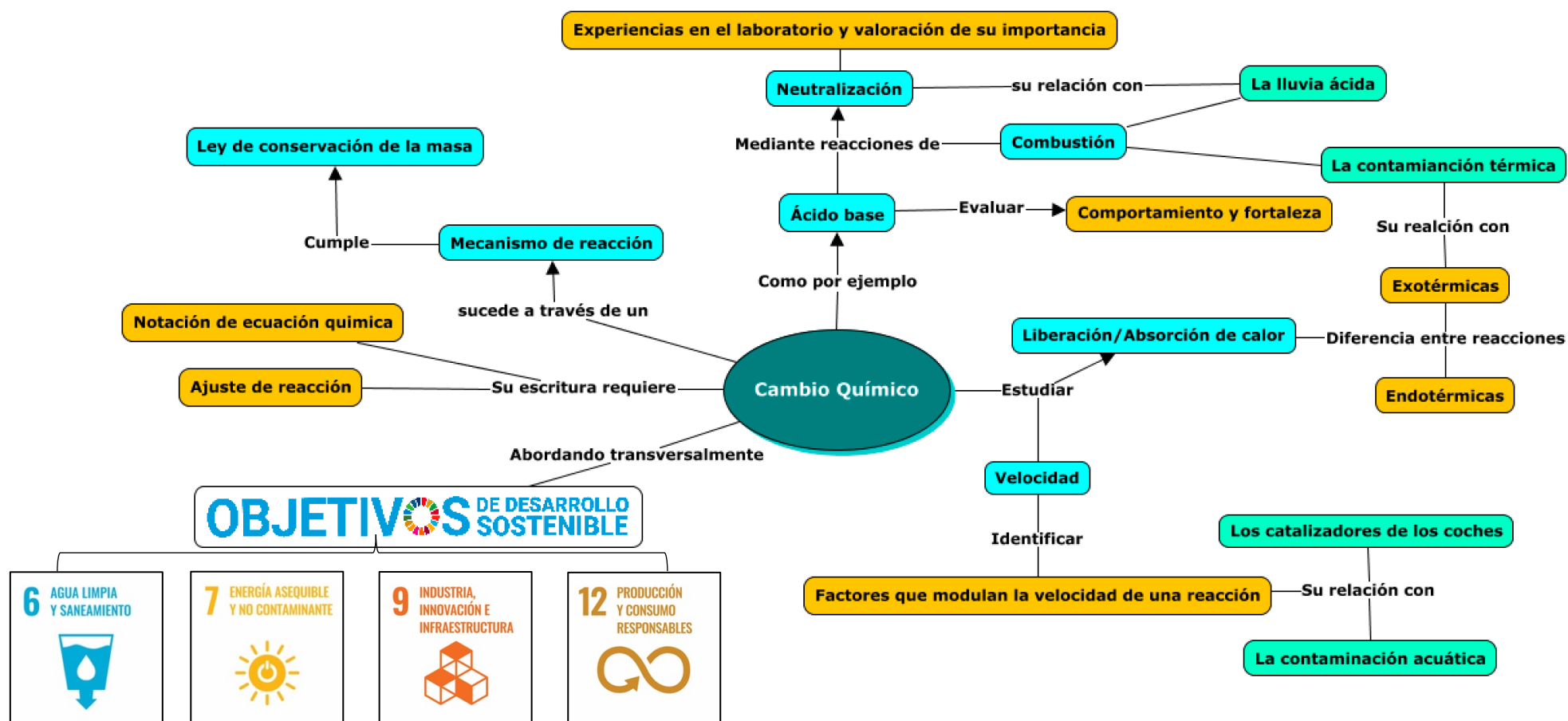


Figura 3. Mapa conceptual de contenidos

3.4. Desarrollo de la unidad didáctica

3.4.1. Secuencia didáctica

La unidad didáctica se presenta con actividades que a lo largo de 13 sesiones se desarrollan actividades clasificadas en 4 fases, según el modelo planteado por Jorbá y Sanmartí (1996) más una etapa final añadida:

- ✓ Exploración: En esta fase se tratará de conocer cuales son las ideas del alumnado relacionadas con la temática a trabajar, con el fin de conocer las concepciones alternativas que tienen. De este modo se podrá insistir en los aspectos que requieran más atención o que resulten más difíciles para el alumnado. Para realizar esto se pueden poner en práctica distintas actividades como la realización de cuestionarios iniciales, lanzar preguntas abiertas al alumnado o hacer una lluvia de ideas sobre conceptos relacionados.
- ✓ Introducción: En esta fase se construirá el conocimiento a partir del planteamiento de problemas que sean concretos y familiares para el alumno. El nivel de complejidad es escaso.
- ✓ Estructuración: En esta etapa se producirá la estructuración del conocimiento previamente introducido. Se destaca en este caso una mayor abstracción y complejidad de las actividades.
- ✓ Aplicación: En esta etapa se destacará la aplicación del concepto o procedimiento anteriormente trabajado a situaciones reales. Se caracteriza por la gran complejidad, pero por el escaso nivel de abstracción.
- ✓ Revisión*: En dicha fase se detectará hasta que punto ha sido exitoso el proceso de enseñanza-aprendizaje, que puede ser enfocado de forma muy diversa, desde puestas en común, la realización de una producción escrita o presentación oral, mediante un juego o incluso mediante una prueba de evaluación.

*: La fase de revisión no está incluida en la división empleada, aun así, se incluye haciendo referencia a actividades que tienen el objetivo de evaluar el grado de aprendizaje adquirido hasta ese momento.

En la tabla 4. Se indica la secuencia de actividades incluyéndose en cada actividad la fase a la que pertenece.

Tabla 4. Secuencia de actividades

Sesión	Fase	Cuestiones centrales	Tarea planteada	Intenciones didácticas
1	Exploración	¿Qué se sabe sobre la reacción química?	Evaluación de las ideas previas de los alumnos	Detectar las ideas previas y hacer que los estudiantes tomen consciencia de ella
	Exploración/ Introducción ¹	¿Qué es el desarrollo sostenible?	Presentación de los ODS	Realizar un primer acercamiento a los ODS
			Diálogo sobre el concepto de desarrollo sostenible y la visión de los alumnos	Conocer la perspectiva de los alumnos sobre el concepto de desarrollo sostenible
2	Introducción	¿Qué es una reacción química?	Realización de una experiencia práctica en la que se observan manifestaciones de cambio químico	Realizar un primer acercamiento al concepto de reacción química a partir de fenómenos fácilmente observables
	Estructuración		Juego de rol para entender el concepto de “choque efectivo” a partir de la teoría cinético molecular	Acercar el fenómeno de reacción química a nivel microscópico
3	Estructuración	¿Qué factores influyen en una reacción química?	Actividad práctica mediante juego de rol en el que se identifican los factores que modifican la velocidad de una reacción	Investigar sobre que factores influyen en una reacción química, descartando aquellos que permanezcan invariantes
	Aplicación		Aplicación de los factores que influyen en la velocidad de una reacción química al caso de un vertido contaminante en un río	Inferir conclusiones en fenómenos reales a partir del conocimiento de los factores que afectan a la velocidad de reacción

4	Introducción	¿Qué ocurre con la masa en una reacción?	Actividad práctica en la que se determina que la masa en una reacción química se conserva	Comprobación del principio de conservación de la masa en una reacción química a partir de una reacción relacionada con el impacto ambiental
	Aplicación		Aplicación de la reacción al problema de la lluvia ácida	Comprensión del fenómeno de lluvia ácida, sus efectos y consecuencias sobre la vida
5	Estructuración		Uso de un modelo de bolas para comprender como se conserva la masa en una reacción química	Comprensión de la ley de conservación de la masa a nivel microscópico
	Aplicación	¿Por qué hay que ajustar una reacción química?	Realización de ajustes de reacciones químicas	Realizar ajustes de reacciones relacionadas con la lluvia ácida
	Revisión	¿Qué he aprendido sobre las reacciones químicas?	Realizar un juego de preguntas sobre los contenidos tratados	Realizar un análisis sobre el grado de avance en las primeras sesiones
6	Estructuración	¿Todas las reacciones liberan calor?	Practica de laboratorio en la que se determina como varía la temperatura en una reacción exotérmica y endotérmica	<ul style="list-style-type: none"> - Introducir al alumno el concepto de reacción exotérmica y endotérmica - Uso del instrumental del laboratorio para identificar cuando aumenta o disminuye la temperatura tras una reacción química - Acercar al alumno al trabajo de investigación en el laboratorio
			Análisis de la curva de energía de una reacción química en reacciones endotérmicas y exotérmicas	Interpretar el carácter endotérmico o exotérmico de una reacción química a partir de la evolución de la energía en la reacción.

7	Aplicación	¿Qué riesgos ambientales pueden presentar las reacciones muy exotérmicas?	Uso de las TIC para obtener información sobre las reacciones de combustión en las centrales térmicas	Acercar al alumno a las reacciones de combustión
			Análisis de la problemática ambiental causada por el impacto de las centrales de combustión	Desarrollar el análisis crítico respecto a las repercusiones ambientales del actual modelo energético.
8	Exploración	Ácidos y bases, están en todas partes	Planteamiento de preguntar sobre las ideas iniciales a partir de materiales cotidianos	Detectar las ideas previas sobre los alumnos sobre ácidos y bases
	Iniciación		Identificación de sustancias cotidianas como ácidas o básicas a partir de medidas experimentales en el laboratorio con el papel de pH	<ul style="list-style-type: none"> - Uso del instrumental del laboratorio para identificar el carácter ácido o básico de una sustancia - Acercar al alumno al trabajo de investigación en el laboratorio - Conocimiento general sobre la presencia de sustancias ácidas y básicas en nuestro entorno
9	Estructuración		Explicación de la teoría de Arrhenius	Comprensión del concepto de ácido y base a nivel teórico
	Aplicación		Reflexión sobre la finalidad de tomar bicarbonato o sal de frutas para la acidez de estómago	Puesta en valor de las reacciones de neutralización en el organismo.

10	Aplicación	¿Hay catalizadores en mi vida diaria?	Búsqueda de información sobre catalizadores en los vehículos y su repercusión ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Puesta en valor del uso de catalizadores en la vida cotidiana - Puesta en valor de la importancia del desarrollo tecnológico y sus beneficios para el medio ambiente.
	Aplicación	¿Qué he aprendido sobre el desarrollo sostenible?	Coloquio sobre los ODS	Evaluar el grado de aprendizaje de los ODS tratados en la unidad
11	Revisión ²	¿Qué he aprendido?	Repetir el cuestionario de ideas previas	Evaluar el grado de evolución de las ideas previas
			Realizar un juego de preguntas sobre los contenidos tratados en todo el tema	Evaluar el grado de aprendizaje en la segunda parte de la unidad
12			Prueba de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación del aprendizaje durante toda la unidad - Autorregulación
13		¿Qué puedo mejorar?	Corrección de la prueba de evaluación en clase	Autorregulación: repasar, revisar, reforzar, ampliar

¹: No es como tal una introducción a un contenido de la asignatura, sino una introducción necesaria para el enfoque CTS que se le pretende dar a la unidad.

3.4.2. Descripción de las actividades desarrolladas en cada sesión

A continuación, se procede a describir de forma detallada lo ocurrido en cada una de las sesiones:

Sesión 1: La primera sesión tendrá un carácter exploratorio e introductorio. La finalidad será conocer que saben los alumnos sobre las reacciones químicas y sobre el desarrollo sostenible.

La primera actividad a realizar consistirá en una exploración inicial sobre los conceptos teóricos del tema de reacciones químicas, mediante la realización de un cuestionario de ideas previas (Anexo 1.). El cuestionario contemplará cuestiones relativas a la distinción entre elemento, compuesto y mezcla, a la diferencia entre cambio físico y químico, al principio de conservación de la masa, a la reorganización atómica que tiene lugar tras una reacción química y a los factores que afectan a una reacción química, así como la relación del cambio químico con la vida cotidiana. Una vez realizado el cuestionario, se realizará una exposición común, dando prioridad a la participación del alumnado, de modo que el profesor matice las cuestiones erróneas de la afirmación del alumno y resalte las ideas clave que deben tener sobre cada pregunta.

Durante la segunda parte de la clase, se mostrará a los alumnos un texto que presenta los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Anexo 2.). Se realizará una lectura en voz alta del texto en clase. Dicho texto explicará además los 4 ODS que se trabajarán en la unidad, con una breve explicación de estos.

La tercera actividad consistirá en mostrar titulares de prensa que versen sobre catástrofes naturales asociadas a: a) Uso inadecuado y deterioro de los recursos hídricos. b) Impacto del actual modelo energético y del derroche de energía de las sociedades occidentales. c) Impacto asociado a los residuos del actual modelo de consumo d) El papel de la tecnología en la reducción del impacto sobre el medio ambiente (Anexo 3.). Una vez comentados brevemente estos titulares se expondrá a los alumnos la definición de desarrollo sostenible como *“aquel que permite el desarrollo de las sociedades presentes sin comprometer el desarrollo de las generaciones futuras”*. Tras ello, se indicará que no existe consenso entre los expertos sobre la ejecución del desarrollo

sostenible pues hay un punto de vista que aboga por el continuo crecimiento, pero con tecnología que mitigue el impacto y otro punto de vista, más crítico que cree en la necesidad de provocar un decrecimiento en el consumo. Los alumnos trabajarán en agrupaciones de 4, que se mantendrán durante toda la unidad, de modo que cada grupo elaborará su propio posicionamiento respecto a las dos posibles vertientes mostradas. El tiempo restante se empleará para que toda la clase dialogue sobre las discrepancias mostradas entre los grupos.

Sesión 2: La segunda sesión se articulará en torno a la pregunta ¿Qué es una reacción química? Para ello se iniciará al alumno en el concepto de reacción química mediante una experiencia que pone en evidencia cambios químicos visibles y que avanzará hacia una visión más abstracta que se introducirá mediante los juegos de rol.

Nada más comenzar la sesión, los alumnos deberán anotar en el portfolio el número de la sesión y la pregunta temática de la sesión. Además, escribirá los objetivos que deberá alcanzar al final de la sesión: a) Entenderé la diferencia entre cambio físico y químico. b) Entenderé que tiene que ocurrir con los átomos y moléculas para que se produzca una reacción química.

La primera actividad que realizará consistirá en una experiencia práctica, que realizarán en los grupos de 4 anteriormente creados. En dicha experiencia contarán con una vela, una disolución ácida de fenolftaleína y un recipiente de vidrio con bicarbonato. Tendrán que encender la vela para observar como la liberación de energía evidencia una reacción química. De igual modo, añadirán gotas de una disolución de NaOH a la disolución de fenolftaleína para observar el cambio de color que se produce. Por último, añadirán una disolución diluida de HCl al bicarbonato para observar la aparición de burbujas y desaparición del sólido. Deberán anotar en el portfolio todos los cambios observados, para que, una vez realizados los experimentos, se realice una puesta en común. El profesor indicará que cambio de color, liberación de energía y aparición de burbujas/un sólido, suelen ser indicadores de un cambio químico. A modo de puente entre lo visible y la abstracción, los alumnos escribirán lo observado, sin emplear aún una notación química, del siguiente modo:

Fenolftaleína + Sosa \rightarrow Sustancia de color rosa

Bicarbonato + Ácido clorhídrico \rightarrow Gas

Vela en estado sólido + llama \rightarrow Vela líquida + Gas

Una vez abordado el nivel concreto, se avanzará en el nivel de abstracción a partir de la teoría cinético-molecular. Para ello se realizará un juego de rol en el que los alumnos representarán lo sucedido en una reacción química a nivel molecular y tendrán que chocar para simular los “choques efectivos”. Los alumnos representarán la reacción $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2 \text{HI}$. Una vez realizado el juego, los alumnos deberán representar en su portfolio mediante un modelo de bolas lo que sucede antes y después de la reacción química.

A modo de recapitulación, al final de la clase se enunciarán las ideas principales de la sesión para que el alumno las anote. Se anotará la diferencia entre cambio físico y químico, las posibles evidencias de cambio químico, anotando que a veces los cambios químicos no son visibles y la necesidad de que, para que se produzca una reacción química tienen que existir choques efectivos entre los átomos y moléculas.

Sesión 3: La tercera sesión girará en torno a la pregunta ¿Qué factores influyen en una reacción química? En ella se trabajará por grupo 4 mediante la inferencia de conclusiones, los factores que modifican la velocidad de una reacción y posteriormente se aplicará al caso de un vertido de un río, para inferir conclusiones.

Como ocurrirá cada día, los alumnos deberán anotar al comenzar la sesión la pregunta temática y los objetivos que deberán alcanzar, que son: a) Entenderé que factores modifican la velocidad de una reacción química. b) Conoceré cómo estos factores pueden afectar al medioambiente.

En la primera actividad a los alumnos se les preguntará inicialmente: “¿Que factores creéis que afectan a la velocidad de la reacción?” Se realizará una simulación del comportamiento submicroscópico de moléculas que reaccionan, mediante un juego de rol (Anexo 3). Los alumnos representarán moléculas de I_2 y de H_2 , con un papel identificativo del átomo al que representan,

así como dando la mano a un compañero para simular el “enlace”. Se realizarán diversas comparaciones (más y menos concentración, mayor y menor temperatura...) anotando las conclusiones derivadas de cada comparación, siendo los propios alumnos los que enunciarán dichas conclusiones. Tras las experiencias los alumnos deberán anotar las conclusiones en su portfolio, que serán los factores que afectan a la velocidad de una reacción química.

En la segunda actividad, se planteará un problema de una industria que realiza un vertido al río (Anexo 4.), con consecuencias negativas para la salud y la biosfera. Los alumnos por grupos de 4 deberán responder a cuestiones referidas sobre cómo las diferentes condiciones afectarán a la velocidad de la reacción química problema. Por otro lado, deberán realizar reflexiones sobre las cuestiones planteadas, así como proponer posibles soluciones para mitigar los efectos nocivos de la problemática planteada. Una vez realizada, los grupos realizarán una puesta en común, finalizando la sesión con un diálogo entre los alumnos.

Sesión 4: En esta sesión se abordará el principio de conservación de la masa, bajo la pregunta ¿Qué ocurre con la masa en una reacción? En primer lugar, se introducirá el concepto con una experiencia práctica en la que se comprobará experimentalmente tal principio y a continuación el alumno representará mediante un modelo de bolas la reorganización que tiene lugar en una reacción química. Además de la pregunta, los alumnos deberán anotar al comienzo de la sesión en su cuaderno el siguiente objetivo: “Comprobaré en el laboratorio que la masa se conserva en una reacción”.

En la primera parte de la sesión se realizará una práctica de laboratorio, en los habituales grupos de 4, en la que con dos jeringas unidas por una vía formamos un sistema cerrado en el que tenemos carbonato cálcico y una disolución de ácido sulfúrico 0,1 M. Antes de iniciar la experiencia práctica, se preguntará a los alumnos que hipótesis plantean sobre lo que ocurrirá con la masa cuando en la reacción a realizar desaparezca el sólido y se forme un gas. Los alumnos medirán la masa antes y después de ponerlos en contacto, de modo que comprueben que la masa se conserva, aunque desaparezca el sólido y se

forme un gas. Una vez realizada la práctica, se preguntará a los alumnos si se han cumplido sus predicciones.

Tras ello, se expondrá a los alumnos en qué consiste la lluvia ácida y cómo uno de sus principales efectos adversos se fundamenta en algo semejante a lo realizado en clase con el carbonato de calcio. Los alumnos deberán responder a unas preguntas relacionadas con las posibles consecuencias de sufrir una lluvia ácida en su localidad debido a un problema de contaminación, de nuevo, por grupos de cuatro (Anexo 5.).

Antes de terminar la sesión se les planteará la siguiente pregunta: ¿Por qué un tornillo al oxidarse aumenta su masa si en una reacción química se conserva?, que será resuelta en la siguiente clase. A esta pregunta se habrán enfrentado previamente en el cuestionario de ideas previas. Finalmente se escribirá como conclusión general “El principio de Lavoisier dice que la masa se conserva en una reacción química”.

Sesión 5: En la sesión 5 se finalizará el tópico de “Ley de conservación de la masa” y se abordará el ajuste de reacción, bajo la pregunta ¿Por qué hay que ajustar una reacción química? Tras esto, se recurrirá a la gamificación para realizar un juego que sirva de evaluación y repaso.

En la primera parte de la sesión se pedirá a los alumnos que dibujen el reordenamiento de la reacción sobre la que se trabajó ayer, mediante un modelo de bolas. A partir de la ley de conservación de la masa y el modelo de bolas, se introducirá al alumno el concepto de ajuste de reacción. Para ello se escribirá una reacción química y se dibujará el modelo de bolas correspondiente, haciendo hincapié en que es necesario que existan unos coeficientes estequiométricos para que la reacción “tenga sentido”.

Posteriormente, se propondrá a los alumnos que ajusten, individualmente, unas reacciones químicas debiendo escribir los reordenamientos correspondientes (Anexo 6.). La actividad contará con una segunda parte, que se realizará por grupos de 4, en la que deberán ajustar unas reacciones relacionadas con la lluvia ácida e identificarlas en las distintas partes del proceso, reforzando el aprendizaje del día anterior. Al final de la actividad deberán realizar

individualmente una reflexión en una cara de folio sobre una pregunta propuesta en relación con la problemática ambiental.

La segunda parte de la sesión consistirá en un juego tipo “¡BOOM!” bajo el título “¿Quién o quienes se llevarán el bote de la clase?”. El juego consistirá en 10 preguntas con 5 opciones (Anexo 7.) que se proyectarán a partir de una presentación. Los grupos que obtengan 10 respuestas correctas obtendrán +0,2 en la unidad, mientras que los grupos que obtengan 8-9 respuestas correctas, obtendrán un +0,1.

Sesión 6: Durante esta sesión se responderá a la pregunta ¿Por qué unas reacciones liberan calor y otras no? Se realizará una experiencia de laboratorio en la que se observe como afectan diversos factores a la velocidad de reacción.

En primer lugar, se les propondrá a los alumnos la siguiente pregunta ¿Emiten todas las reacciones calor? ¿Por qué?

Tras ello, se realizará una práctica de laboratorio en grupos de 4, en la que se disuelva NaOH y una y NaNO_3 en distintos recipientes, controlando la temperatura de ambos y una combustión de un cacahuete que calentará un recipiente situado inmediatamente superior que contenga agua a la cual se le medirá también la temperatura. Los alumnos deberán controlar como se modifica la temperatura en los procesos de disolución durante 1 minuto, mientras que, para el caso del cacahuete, medirán la temperatura hasta que se alcance el punto de ebullición del agua. Los alumnos deberán representar en una gráfica la temperatura frente al tiempo para los tres casos.

A partir de los datos obtenidos, se introducirá el concepto de reacción exotérmica y endotérmica. Para ello, se relacionará como se ha modificado la temperatura en el experimento con como ha variado la energía de los reactivos o productos. Tras ello, se volverán a formular las preguntas iniciales, preguntando si modificarían su respuesta.

La segunda actividad consistirá en la presentación de curvas de calor frente al tiempo de reacción (Anexo 8.) de reacciones endotérmicas y exotérmicas. Los alumnos deberán discutir, con los mismos grupos, cuales representan a una reacción endotérmica y cuales a una exotérmica. Finalmente

se expondrán los resultados al grupo común. Al final de la sesión deberán anotar las principales conclusiones, que consistirán en la definición de reacción endotérmica y exotérmica, así como una curva de calor frente al tiempo de cada una de ellas.

Sesión 7: En esta sesión se abordará el concepto de reacción de combustión y su aplicación en centrales térmicas como fuente de energía, así como sus impactos ambientales. El tema central será “El lado oscuro de las reacciones exotérmicas”.

En la primera actividad se les planteará a los alumnos que busquen, por parejas, el mix energético en España. Se expondrá de forma común para que observen qué fracción de la energía que se consume proviene de reacciones de combustión. Esto servirá como hilo conductor para que el docente exponga en qué consisten las reacciones de combustión y ponga ejemplos en la vida cotidiana como quemar un papel, una cerilla o madera en una chimenea. Explicado esto, los alumnos individualmente deberán anotar en el cuaderno 3 situaciones en las que usen la combustión en su vida cotidiana, bien sea energía, calefacción...

Una vez explicado esto se pasará a la segunda actividad, donde, por parejas deberán buscar información sobre un concepto aparentemente desligado de la combustión. Los temas serán: contaminación térmica, hipercapnia, efecto invernadero (el cual probablemente ya conozcan), NOx y SOx, accidente del Prestige, gaseoductos e impactos de la minería del carbón. Una vez busquen la información, cada pareja tendrá que exponer la información que ha encontrado. El profesor escribirá en la pizarra ideas clave sobre cada una. Los alumnos, con la guía del profesor, irán estableciendo relaciones entre los distintos fenómenos, de modo que al final quedarán todos los conceptos interrelacionados, haciendo énfasis el profesor en como sucesos, aparentemente desconectados, pueden influir los unos a los otros.

El resultado será un mapa conceptual semejante al del Anexo 9. en el que se resaltará la retroalimentación de diferentes impactos ambientales que al final, repercute en nuestra calidad de vida. Tras ello, se incidirá de nuevo en los dos ODS que abordan la necesidad de energía limpia y no contaminante y de

producción y consumo responsables, ya que se habrán visto previamente en la actividad de la lluvia ácida. Se destacará cual es el papel activo de los consumidores mediante el ahorro de energía en casa, uso de transporte público o no motorizado o elegir alternativas más limpias a la hora de adquirir un vehículo o un electrodoméstico.

Al final de la sesión, los alumnos deberán anotar en qué consiste una reacción de combustión y una reflexión sobre los aspectos positivos y negativos de estas reacciones para nuestra vida cotidiana, así como en qué pueden ellos ayudar a contribuir a dichos ODS.

Sesión 8: En esta sesión se abordará el concepto de sustancia ácida o básica, previa exploración de las ideas iniciales, y se realizará una experiencia práctica en la que se efectúen medidas de pH a diversos elementos de la vida cotidiana. La cuestión central será “Ácidos y bases, están en todas partes” y el objetivo a anotar en el cuaderno es: “Identifico cuando algo es ácido o básico a partir de medir su pH”.

En primer lugar, la exploración de las ideas se realizará mediante preguntas abiertas. Se comenzará con la etiqueta de un producto de higiene personal en el que se indique pH neutro y se preguntará, ¿sabéis que es el pH neutro? ¿Por qué es importante que salga en una etiqueta? Tras ello, se indicará la existencia de sustancias ácidas y básicas y las propiedades que estas tienen. A continuación, se expondrá un bote de sosa cáustica y un bote de bicarbonato y se preguntará lo siguiente: Sabiendo que ambas sustancias son básicas ¿Hay bases que son más fuertes que otras? ¿Y ácidos?

Tras la discusión inicial se introducirá el concepto de escala de pH, para lo cual se mostrará un papel de pH con escala de color. Se explicará como se emplea y se mostrará lo que ocurre con el papel al exponerse a sustancias de diferente pH. Los alumnos deberán, por grupos de 4, determinar el pH de distintas sustancias que se proporcionen (Anexo 10.) debiendo anotar el color que observen en el papel y el pH que estimen, así como si dicha sustancia es básica, ácida o neutra. Las conclusiones serán anotadas en la siguiente sesión cuando se haga un tratamiento más profundo del concepto de acidez y basicidad.

Sesión 9: En esta sesión el tema de la clase seguirá siendo “Ácidos y bases están en todas partes” y los objetivos de esta sesión a anotar serán: a) Conozco cuando una sustancia es ácida o básica. b) Entiendo en que consiste una reacción de neutralización.

En esta sesión se realizará una explicación de la teoría de Arrhenius por parte del profesor en la pizarra empleando ecuaciones químicas y dibujos con el modelo de bolas para una mejor visualización. Se pedirá a los alumnos que identifiquen como ácidas o básicas determinadas sustancias, según el modelo empleado (hidróxidos de alcalinos y alcalinotérreos y hidruros de halógenos). Se expondrá el equilibrio de auto ionización del agua y cómo este se relaciona con el pH, pero sin entrar en la fórmula que lo define.

En la segunda parte de la actividad, el profesor mezclará bicarbonato con una disolución de ácido clorhídrico (simulando los jugos gástricos) y les preguntará a los alumnos por la finalidad de tomar bicarbonato cuando se tiene acidez de estómago, que deberán discutir por grupos de 4. Una vez tengan una solución por escrito, se realizará una puesta en común y el profesor aprovechará para explicar el concepto de reacción de neutralización como mezcla de un ácido y una base.

Las principales conclusiones que anotarán al final de la clase son la definición de ácido y base de Arrhenius, que intervalo de pH abarca cada uno y que es una reacción de neutralización.

Sesión 10: En esta sesión la pregunta formulada será ¿Hay catalizadores en mi vida diaria? Se realizará una actividad en la que se buscará la presencia de los catalizadores en los vehículos y una segunda actividad en la que se profundiza en las reacciones que catalizan los catalizadores de los vehículos y su repercusión ambiental positiva. Al comienzo de la sesión se anotará el siguiente objetivo: “Conozco catalizadores en mi vida cotidiana”

La primera actividad que se realizará consistirá en buscar, por parejas, información sobre los catalizadores del tubo de escape de los vehículos, con especial atención a las reacciones que catalizan. Tras ello, se realizará una

puesta en común y se recordará a los alumnos la definición de catalizador, previamente dada.

Tras esto, se realizará una segunda actividad, también por parejas en la que los alumnos buscarán las repercusiones ambientales de las emisiones de los vehículos con y sin catalizar (cada pareja tendrá asignado un gas o sustancia). Posteriormente, se expondrá en común y se realizará una comparativa entre las emisiones antes y después de la catálisis. Con los resultados a la vista, se indicará que existe un ODS que habla sobre la importancia del desarrollo tecnológico. Una vez expuesto, se iniciará un diálogo sobre las ventajas e inconvenientes del desarrollo tecnológico exponencial que estamos viviendo hoy en día, teniendo en cuenta factores ambientales, económicos y de calidad de vida.

La sesión acabará con una evaluación sobre si los alumnos creen que han interiorizado los aprendizajes correspondientes a los ODS. Para ello, deberán rellenar de manera individual un cuestionario de respuestas abiertas (Anexo 11.) en el que explicarán que han entendido sobre cada ODS y que creen que puede cambiar en sus vidas para conseguirlo.

Sesión 11: En esta sesión se realizará una revisión que se dividirá en 2 partes. En primer lugar, se repetirá el cuestionario de ideas previas y por otro lado se realizará un juego de preguntas.

El cuestionario de ideas previas no sufrirá ninguna modificación respecto al inicial. Tras realizarlo, se realizará una puesta en común sobre si se ha encontrado alguna dificultad para su realización una vez dado el tema y se resolverán las dudas que surjan.

La segunda parte consistirá en la realización de un juego de preguntas siguiendo el formato de “Jeopardy” de modo que, mediante una presentación habilitada para ello, se dispondrá de un tablero que esconde preguntas de diferente puntuación de modo que, a mayor puntuación, mayor dificultad (Anexo 12.). Cada habitual agrupación de 4 conformará un equipo. La mecánica del juego consistirá en que, de manera ordenada, cada grupo responderá a una pregunta y si la acierta, puntuará. Independientemente de si acierta o falla, el

turno pasará al siguiente grupo. Al final del juego, el grupo que obtuviera con mayor puntuación contará con +0,2 en la nota final y el segundo grupo, +0,1.

Al final de la sesión los alumnos deberán responder a un cuestionario de autoevaluación y evaluación entre iguales para comprobar la percepción que han tenido con el grupo en el que han trabajado durante toda la unidad, así como con su propio trabajo dentro del grupo (Anexo 13.)

Sesión 12: La sesión 12 consistirá en la realización de una prueba final individual (anexo 14.). La prueba será individual, se realizará por escrito y estará planteada para un tiempo de 50 minutos para contemplar posibles contratiempos y respetar el tiempo de descanso de los alumnos entre sesiones. Esta prueba englobará contenidos de toda la unidad y servirá como evaluación de una gran cantidad de los estándares. Para la evaluación de la prueba se empleará una rúbrica (anexo 15.)

Sesión 13: Durante la última sesión se realizará una corrección de la prueba en clase. El profesor enunciará las preguntas del examen para que alumnos voluntarios lancen la respuesta si se sienten motivados. El profesor matizará los fallos de las respuestas que den los alumnos que intervengan o expondrá la solución si nadie se ha aproximado a esta. Durante la corrección se realizarán anotaciones o esquemas en la pizarra sobre los conceptos clave de cada pregunta. Se evaluará la efectividad de la unidad didáctica mediante un diálogo en el que se aborde cómo de efectivo ha sido incorporar las metas de la Agenda 2030 dentro de la unidad y si esto ha facilitado o no el desarrollo de la unidad. En el coloquio se tratará también si los problemas que han podido tener los alumnos en ámbitos no relacionados con el “enfoque innovador” de la unidad.

3.5. Evaluación

3.5.1. Instrumentos de evaluación

Para realizar el proceso de evaluación es importante que exista una diversificación de instrumentos, con el objetivo de que la evaluación sea fruto de un proceso continuado. Los distintos instrumentos de evaluación empleados son los siguientes:

- ✓ Los cuestionarios de ideas previas realizados por los alumnos en la primera sesión y su posterior repetición.
- ✓ Observaciones del profesorado en el aula a lo largo de cada sesión que incluirán anotaciones sobre cómo los alumnos perciben los trabajos con su propio grupo.
- ✓ Juegos que tenga una labor de revisión de los contenidos abordados en la unidad*.
- ✓ Un portafolio que incluirá:
 - Esquema de las ideas principales de la unidad.
 - Registro de los ejercicios de clase, así como de las tareas*.
 - Anotaciones sobre las principales conclusiones derivadas de cada sesión.
 - Resolución de las actividades de grupo para realizar en clase*.
 - Valoración personal y sobre el trabajo con su grupo.
 - Anotaciones y actividades de las sesiones de laboratorio*.
 - Reflexiones individuales de cada sesión, indicando que concepto ha entendido mejor y que no le queda claro al final de la sesión.
- ✓ Una prueba de evaluación final*.

*: Son tomados en cuenta para la calificación.

3.5.2. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables

Los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables han sido extraídos del *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato* y de la *Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado*.

Para esta unidad didáctica se establecen criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables perteneciente a los bloques de contenido

1 y 3, correspondientes a la actividad científica y los cambios respectivamente. Dichos estándares de aprendizaje aparecen junto con el criterio de evaluación correspondiente, el instrumento de evaluación empleado y el porcentaje asignado para la calificación de la unidad se recoge de forma detallada en la tabla 5.

3.5.1. Calificación

Como se ha comentado anteriormente, no todos los instrumentos de evaluación repercutirán sobre la calificación. Los apartados que entrarán dentro del cómputo de la calificación son la prueba final y el portfolio del alumno, teniendo en cuenta posibles pluses obtenidos con los juegos de evaluación. Teniendo en cuenta los porcentajes asignados a cada uno de los estándares de aprendizaje, la calificación se obtendría del siguiente modo:

50 % portfolio del alumno + 50 % prueba final =

100 % nota final de la unidad + pluses por los juegos de repaso

La calificación máxima alcanzable es de 10, por lo que, si un alumno sobrepasa dicha calificación por las bonificaciones de los juegos, su calificación de la unidad será de un 10.

En los porcentajes de la calificación se ha tenido en cuenta dar una representación relativamente equitativa a todos los estándares, de modo que todos los estándares suponen entre el 10 y el 15 % de la calificación, salvo el estándar del bloque 1. Además, se ha pretendido que la evaluación continua tuviera un peso importante dentro de la calificación, pero que, de igual modo, la prueba final permitiera discernir de manera individual el grado de aprendizaje de los alumnos.

Tabla 5. Evaluación y calificación. Criterios, estándares e instrumentos.

Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje	Instrumento de evaluación	Calificación
Realiza e interpreta representaciones gráficas de procesos químicos a partir de las leyes o principios involucrados. CMCT, CAA	Representa gráficamente los resultados obtenidos de la medida de dos magnitudes relacionadas infiriendo, en su caso, si se trata de una relación lineal, cuadrática o de proporcionalidad inversa, y deduciendo la fórmula*	Portafolio	5 %
Comprender el mecanismo de una reacción química y deducir la ley de conservación de la masa a partir del concepto de la reorganización atómica que tiene lugar. CMCT, CAA	Interpreta reacciones químicas sencillas utilizando la teoría de colisiones y deduce la ley de conservación de la masa.	Examen	12,5 %
Razonar cómo se altera la velocidad de una reacción al modificar alguno de los factores que influyen sobre la misma, utilizando el modelo cinético-molecular y la teoría de colisiones para justificar esta predicción. CMCT, CAA	Predice el efecto que sobre la velocidad de reacción tienen: la concentración de los reactivos, la temperatura, el grado de división de los reactivos sólidos y los catalizadores.	Examen	10 %
	Analiza el efecto de los distintos factores que afectan a la velocidad de una reacción química ya sea a	Portafolio	10 %

	través de experiencias de laboratorio o mediante aplicaciones virtuales interactivas en las que la manipulación de las distintas variables permita extraer conclusiones.		
Interpretar ecuaciones termoquímicas y distinguir entre reacciones endotérmicas y exotérmicas. CMCT, CAA	Determina el carácter endotérmico o exotérmico de una reacción química analizando el signo del calor de reacción asociado.	Portafolio	5 %
		Examen	10 %
Identificar ácidos y bases, conocer su comportamiento químico y medir su fortaleza utilizando indicadores y el pH-metro digital. CMCT, CAA, CCL	Utiliza la teoría de Arrhenius para describir el comportamiento químico de ácidos y bases	Examen	10 %
	Establece el carácter ácido, básico o neutro de una disolución utilizando una escala de pH	Portafolio	10 %
Valora la importancia de las reacciones de síntesis, combustión y neutralización en procesos biológicos, aplicaciones cotidianas y en la industria, así como su repercusión medioambiental. CMCT, CCL, CSC	Justifica la importancia de las reacciones de combustión en la generación de electricidad en centrales térmicas, en la automoción y en la respiración celular.	Portafolio	10 %
		Examen	3,75 %
	Interpreta casos concretos de reacciones de neutralización de importancia biológica e industrial.	Portafolio	10 %
		Examen	3,75 %

*: En este caso concreto consistirá en la identificación de la relación entre concentración y tiempo en reacciones de distinto orden de modo general sin trabajar las ecuaciones asociadas a cada orden.

3.6. La atención a la diversidad

La diversidad del alumnado presente en el aula es una realidad que requiere ser abordada mediante la aplicación de medidas de atención a dicha diversidad que dan respuesta a las necesidades educativas de todo el alumnado, partiendo de la base de que cada alumno tiene diferentes necesidades, habilidades, inquietudes... De este modo, la inclusión de las medidas a continuación mencionadas tratan de prevenir y dar respuesta a dichas necesidades de todo el alumnado del grupo-clase. Estas medidas se tienen en cuenta a la hora de la selección de los contenidos, la metodología y el sistema de evaluación, y son las siguientes:

- ✓ Priorización de contenidos que pertenezcan al contexto del alumnado y que sean más relevantes para sus vidas, centrando la unidad en la comprensión de las reacciones químicas presentes en la vida cotidiana del alumno y que aplicabilidad que tienen estas.
- ✓ Acercamiento del alumno a las problemáticas científicas mediante la elaboración de contextos reales, sociocientíficos y en el énfasis en el conocimiento útil y práctico para conseguir una mejora actitudinal de los alumnos hacia la unidad y hacia las ciencias en general
- ✓ Estructuración las sesiones de modo que los alumnos sepan que van a trabajar y finalicen con un balance de lo tratado, de modo que se permita que se pregunten dudas, se compartan conclusiones y se esquematice el contenido de cada sesión.
- ✓ Contextualización de los conceptos a introducir, de modo que se le de sentido a lo que se trabaja en el aula.
- ✓ Empleo del discurso científico por parte de todos los alumnos, que consistirá en hablar, leer y escribir ciencia.
- ✓ Incentivación de la participación del alumnado a partir de las tareas del aula, de modo que se convierta en un elemento activo teniendo en cuenta el carácter social del aprendizaje.
- ✓ Uso de los errores del alumnado como oportunidad para aprender, revisando las dudas surgidas en el diálogo que tiene lugar en los últimos minutos de las sesiones.

- ✓ Realización de actividades de investigación de modo que permita que el alumnado construya su propio conocimiento a partir de su experiencia de un modo semejante a como se puede construir el conocimiento científico en un laboratorio.
- ✓ Realización de las tareas mediante grupos heterogéneos, que serán creados por el profesor, de modo que los alumnos con mayores dificultades en un momento determinado puedan recibir ayuda de sus compañeros, mientras que estos últimos refuerzan sus conocimientos al trabajar la transmisión de estos entre iguales.
- ✓ Realización de actividades prácticas experimentales relacionadas con reacciones químicas de interés en la vida cotidiana.
- ✓ Empleo de analogías para disminuir el nivel de abstracción de los conceptos, fundamentalmente de los relacionados con la materia a nivel submicroscópico.
- ✓ Empleo de las TIC como recurso en el aula para el uso de simulaciones que permitan realizar experimentaciones que no son posibles en el laboratorio.
- ✓ Uso de vídeos relacionados con reacciones químicas visualmente llamativas para atraer la atención de los alumnos.
- ✓ Realización de pruebas iniciales para diagnosticar las concepciones previas del alumnado.
- ✓ Evaluación durante el proceso, mediante la realización de actividades durante determinadas sesiones de clase.
- ✓ Diversificación de los instrumentos de evaluación de modo que se tengan en cuenta las actividades prácticas y el trabajo de clase.
- ✓ Revisión de la prueba de evaluación final una vez realizado, de modo que los alumnos afiancen el contenido trabajado en la prueba de evaluación final y sean conscientes de qué aspectos no han quedado tan claros.

4. Conclusiones e implicaciones educativas

4.1. Síntesis de la memoria

La propuesta de unidad didáctica planteada muestra una manera de abordar las reacciones químicas en 4º de la ESO, desde una perspectiva constructivista, a la vez que se trabaja en la educación de los ODS, concretamente los referentes al ámbito de agua, energía, investigación y consumo. La propuesta en cuestión enlaza aspectos puramente científicos de la reacción química, con una enseñanza, que mayoritariamente se trabaja con el coloquio o la reflexión, sobre aspectos como la peligrosidad de deteriorar los recursos hídricos, la importancia de reducir el consumo de energía o bien el papel que juega la tecnología en el desarrollo sostenible.

Además de este enfoque CTS, la unidad destaca por emplear diversos recursos como actividades de laboratorio, uso de las TIC e incluso la evaluación mediante la gamificación. Además, en la unidad se fomenta el trabajo en grupos de 4, favoreciendo así el desarrollo de habilidades sociales por parte del alumnado.

Finalmente se propone una evaluación que valora de manera equitativa el trabajo continuo, realizado durante toda la unidad y la evaluación final. Los estándares de aprendizaje en su mayoría tienen un peso sobre la calificación final bastante homogéneo. Además, se contempla la atención a la diversidad para tratar de dar respuesta a las distintas necesidades educativas que puede presentar el alumnado al que se le impartiera la unidad.

4.2. Valoración de posibles mejoras

Incorporar la dimensión ambiental en física y química es algo que me resulta muy interesante, además de ser un ámbito en el que me siento cómodo, por ello, una posible mejora a mi propuesta consistiría en extender esto a varias unidades o a la totalidad de los temas del curso. Si esta dimensión ambiental se trabajara a lo largo de varios temas, de modo que se puedan abordar casi todos los ODS (pues muchos son difíciles de trabajar desde la física y química).

Otra mejora proponer la realización de proyectos interdisciplinares con otras asignaturas, de modo que existiera un consenso con una o varias materias. Esto favorecería, no solo el trabajo de otros ODS, sino la posibilidad de que el alumno

interrelacionase la física y química con otras disciplinas y se diluyera la visión compartimentada de la ciencia como estancos aislados que no presentan ninguna conexión entre sí. Sin embargo, este tipo de medidas son difíciles, pues es necesario contar con contenidos que sean compatibles entre sí y con una buena predisposición por parte de los docentes de otras asignaturas.

Finalmente, para futuras unidades, también me gustaría incorporar dentro de la unidad contenidos relativos a la historia de la ciencia. Por un lado, en mi experiencia durante las prácticas he comprobado que era de interés para los alumnos. Pero por otro lado también ayuda a observar como evoluciona la ciencia y como entender esto nos hace ser más consciente de sus limitaciones. Sin embargo, para ello tendría que investigar más en los fundamentos epistemológicos de la unidad en cuestión, con el fin de poder tener una base sólida antes de diseñar la unidad.

4.3. Necesidades futuras como docente

Debido a la sobrevenida situación de confinamiento que ha imposibilitado la puesta en práctica de una unidad didáctica en condiciones ordinarias, diría, con bastante seguridad, que la principal necesidad como docente que tengo es poner en práctica una unidad didáctica. Si bien la teledocencia me ha permitido tener un primer contacto con la impartición de una unidad, esta ha estado muy lejos de desarrollarse como una unidad ordinaria. Además, la puesta en práctica ayuda para comprobar las principales debilidades que se pueden identificar en ella.

Otra necesidad que considero necesaria será la de ampliar mi conocimiento sobre la casuística de cada curso, pues debido que la unidad estaba enmarcada en 4º de la ESO, mi planteamiento de actividades ha estado encaminado a un desarrollo cognitivo concreto, a unos contenidos determinados...suponiendo para mí un reto extrapolar esta perspectiva de incorporar la dimensión ambiental en los cursos de 2º y 3º de la ESO, donde la asignatura es obligatoria y con ello sería más necesaria aún la alfabetización científica para formar a ciudadanos que sean capaces de tomar decisiones fundamentadas.

Finalmente, por lo que he observado con los alumnos durante mi primera estancia de prácticas, debería aprender más sobre los aspectos psicopedagógicos de los adolescentes. Muchos profesores no tienen en cuenta aspectos como su

autoestima o sus expectativas y he visto como niños que se motivaban fácilmente tenían una conducta desafiante ante el profesor simplemente porque este era desagradable con él. Tal vez haya cosas que sean más obvias, pero creo que una formación en este tema sería de utilidad.

5. Bibliografía

- Acevedo Díaz, J.A. (1994). Los futuros profesores de enseñanza secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias. Un enfoque CTS. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19, 111-125.
- Acevedo Romero, P. y Acevedo Díaz, J. A. (2002). Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS: enfoques, estructuras, contenidos y ejemplos. *Bordón. Revista de pedagogía*, 54 (1), 5-18.
- Asimov, I. (1965). *Breve historia de la química*. Madrid, España. Alianza editorial.
- Azcona, R., Furió, C., Intxausti, S. y Álvarez, A. (2004). ¿Es posible aprender los cambios químicos sin comprender qué es una sustancia? Importancia de los prerrequisitos. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 40, 7-17.
- Camelo, F.J. y Rodríguez, S.J. (2008). Una revisión histórica del concepto de calor: algunas implicaciones para su aprendizaje, *Tecné, Episteme y Didaxis*, 23, 67-77
- Casado, G. y Raviolo, A. (2005). Las dificultades de los alumnos al relacionar distintos niveles de representación de una reacción química. *Universitas Scientiarum*, 10, 35-43.
- Cid Manzano, R. (2009). El congreso de Karlsruhe: paso definitivo hacia la química moderna. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 396-407.
- De Jong, O. y Taber, K. (2007). Teaching and learning the many faces of chemistry. *Handbook of Research on Science Education*. Abingdon-on-Thames, United Kingdom. Routledge.
- García Pérez, F.F. (2000). *Los modelos didácticos como instrumentos de análisis y de intervención en la realidad educativa*. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales* VI, 207.
- Gilbert, J.K. y Treagust, D. (2009). *Multiple Representations in Chemical Education*. Dordrecht, Países Bajos. Editorial Springer Netherlands.

- Grapi Vilumara, P. e Izquierdo, M. (1994). Valoración de la obra de Proust y Berthollet en los textos de Química General, *Llull*, 17, 325-341.
- Hendry, R. F. (2005). Lavoisier and Mendeleev on the Elements. *Foundations of Chemistry*, 7, 31-48.
- Jorbá, J. y Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua: Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*. Ministerio de Educación.
- Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. México, D. F., México. Editorial Santillana, S. A. de C. V.
- Martín Bravo, C. y Navarro Guzmán, J. I. (2009). *Psicología del desarrollo para docentes*. Madrid, España. Ediciones Pirámide.
- Martínez Pérez, L. F. (2013). La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 8, 22-35.
- Murga-Menoyo, M. A. (2009). La Carta de la Tierra: un referente de la Década por la Educación para el Desarrollo Sostenible. *Revista de educación*, N° Extraordinario 1, 239-262-
- Murga-Menoyo, M. A. (2015). Competencias para el desarrollo sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda global post-2015. *Foro de Educación*, 13(19), 55-83.
- Murga-Menoyo, M. A. (2018). La Formación de la Ciudadanía en el Marco de la Agenda 2030 y la Justicia Ambiental. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social (RIEJS)*, 7(1), 37-52.
- Murga-Menoyo, M. A. y Novo, M. (2017). Sostenibilidad, desarrollo “glocal” y ciudadanía plantearía. Referentes de una pedagogía para el desarrollo sostenible. *Teoría de la Educación. Revista Internuniversitaria*, 29(1), 55-78.
- Novo, M. (2017). *La educación ambiental: bases éticas, conceptuales y metodológicas*. Madrid, España. Editorial Universitas.

- Organización de las Naciones Unidas (1992). Fomento de la educación, la capacitación y la toma de conciencia. *Programa 21*. Disponible en:
<https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21sptoc.htm>
- Pellón González, I. (2002). Lavoisier y la revolución química. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*. 2, 40-49.
- Pintó, R., Aliberas, J. y Gómez, R. (1996). Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (2), 221-232.
- Solaz-Portolés, J.J. y Moreno-Cabo, M. (1998). *Enseñanza/aprendizaje de la ciencia versus historia de la ciencia*. Investigación educativa, 9 (2), 80-85.
- Solsona Pairó, N e Izquierdo Aymerich, M. (1999). El aprendizaje del concepto de cambio químico en el alumnado de secundaria. *Investigación en la Escuela*, 38, 65-75.
- Shayer, M. y Adey, P. (1986). *La Ciencia de enseñar Ciencias. Desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo*. Madrid, España. Editorial Narcea.
- Talanquer, V. (2005). El químico intuitivo. *Educación química*, 16 (4), 540-547.
- Vaello Orts, J. (2007). *Cómo dar clase a los que no quieren*. Madrid, España. Editorial Graó.

6. Anexos

Anexo 1. Test de ideas previas

Actividad 1: Sobre diferencias entre compuesto y mezcla

¿Cómo le explicarías a un/a compañero/a qué es un compuesto? ¿y qué es una mezcla?

En la lista que se indica a continuación, indica cuales serían compuestos, cuales mezclas y cuales ninguna de las dos cosas (puedes dar explicaciones si lo consideras conveniente):

Luz:

Aire:

Agua:

Azufre:

Sulfamán (disolución acuosa de ácido clorhídrico):

Cobre:

Leche:

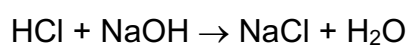
Bicarbonato de sodio:

Onda de radio:

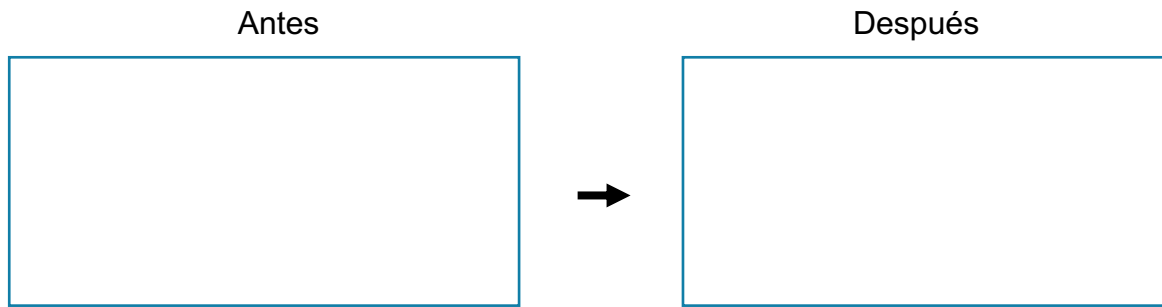
Zumo de naranja:

Actividad 2: Sobre dibujar una reacción química

En el laboratorio mezclamos ácido clorhídrico con hidróxido de sodio dando la siguiente reacción:



Imagina que tienes unas gafas de aumento muy potentes que te permiten ver los átomos y las moléculas. Dibuja lo que observarías antes y después de la reacción.



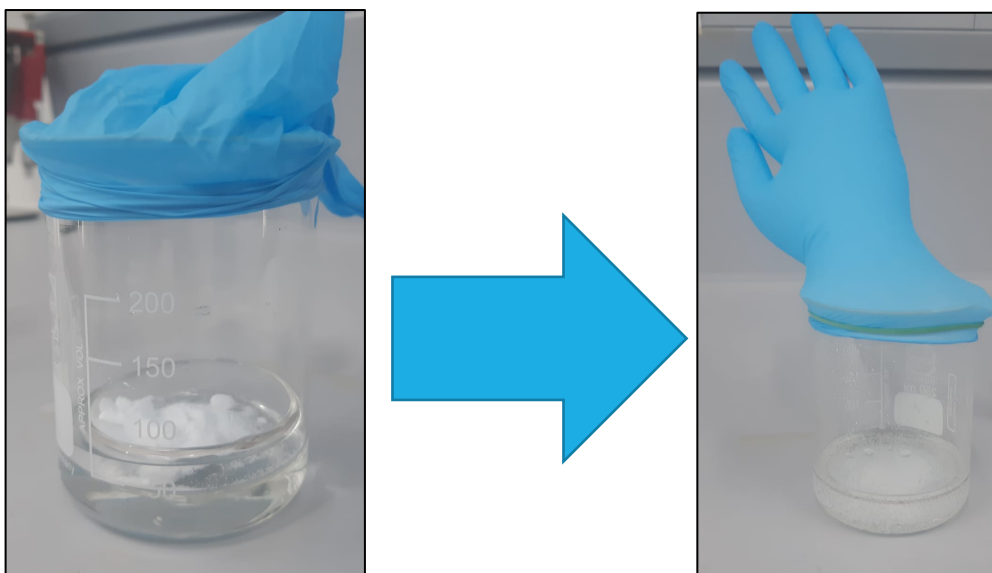
Actividad 3: Sobre la conservación de la masa

En el laboratorio tenemos un recipiente en el que hay vinagre y bicarbonato, pero están separados por una placa de vidrio, como se observa en la imagen. Además, el recipiente está cerrado con un guante, de modo que no puede entrar ni salir nada. Al agitarlo el bicarbonato entra en contacto con el vinagre, de modo que se observan burbujas y desaparece el bicarbonato, además, el guante se hincha.

Se pesa el vaso antes del experimento, siendo la masa de 35 g, sin embargo, pesamos el vaso después del experimento y la masa sigue siendo de 35 g.

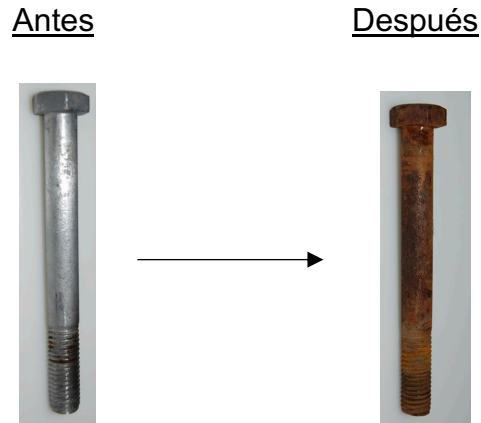
¿Qué ha ocurrido?

¿Por qué no ha cambiado la masa?



Actividad 4: Sobre la diferencia entre cambio químico y físico

En la caja de herramientas tenemos un tornillo de hierro de 8 g. El tornillo se deja fuera y con el tiempo adquiere un color rojizo, además, ahora pesa 8,5 g.



- ¿Qué ha ocurrido? ¿Porqué ha cambiado de masa? ¿Por qué ha cambiado de color?
- ¿Es un cambio físico o químico? Justifica la respuesta.

Pregunta 5:

¿En qué ámbito de la vida cotidiana puedes ver cambios químicos? Cita ejemplos

¿Para qué puestos de trabajo se requeriría saber sobre cambios químicos? Justifica tu respuesta.

(No visible para el alumnado)

¿Qué evalúa cada actividad?

- 1: Saber si distinguen microscópicamente entre mezcla homogénea y compuesto
- 2: Describir microscópicamente como se reorganizan los átomos en una reacción química
- 3: Saber si conocen que en una reacción química la masa se conserva
- 4: Distinguir entre cambio químico y físico y las características de un cambio químico como la conservación de masa
- 5: Saber si el alumno sabe relacionar el concepto de reacción química con su relevancia social

Anexo 2. Objetivos de desarrollo sostenible



En 2015 los líderes mundiales establecieron 17 objetivos que tendría que lograr la humanidad en 15 años, encaminado a erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos, con ello conseguir un desarrollo sostenible.

Estos objetivos son lo suficientemente generales como para que nosotros individualmente podamos realizar mejoras para contribuir a ese ansiado “desarrollo sostenible”. En la página de la ONU podéis encontrar más información sobre que consiste cada objetivo y que metas se han planteado.

Durante esta unidad vamos a centrarnos en trabajar 4 objetivos para el desarrollo sostenible, aunque debemos tener en cuenta que los ODS están relacionados y que, aunque simplemente nos centremos directamente en 4, estaremos tocando otros muchos en menor o mayor medida.

¿Qué ODS trabajaremos en la unidad?

<p>6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO</p> 	<p>El agua es fundamental para el ser humano. No solo porque la bebamos, sino porque necesitamos agua de calidad para cultivar los alimentos que tomamos, realizar labores de higiene personal e incluso para darle un uso lúdico como pueda ser bañarse en una piscina o en el mar. La importancia de preservar una buena calidad del agua y las consecuencias de que esto no ocurra es algo que se trabajará en este tema.</p>
<p>7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE</p> 	<p>Hoy en día no podemos concebir nuestra vida sin la energía. Usamos energía a diario para enchufar nuestros móviles, ordenadores, neveras para conservar los alimentos...incluso para desplazarnos mediante coche, tren, autobús... Sin emgargo, cada vez consumimos más energía, que a su vez proviene de fuentes fósiles que son responsables de gran parte de la contaminación existente hoy en día. En este tema veremos lo importante que es no malgastar energía y la importancia de fomentar fuentes de energía limpias y menos contaminantes.</p>
<p>9 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA</p> 	<p>La industria permite que tengamos a mano muchos productos sin los cuales no tendríamos una calidad de vida tan alta, sin embargo, esta industria tiene un impacto muy grande sobre el medio ambiente. La tecnología juega un papel muy importante, pues actualmente trabaja en conseguir una mayor producción más limpia que a su vez tenga como resultado productos menos contaminantes. Esto también será trabajado en esta unidad.</p>
<p>12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES</p> 	<p>Nuestros hábitos de consumo están relacionados con el impacto que hacemos sobre el medio. Nosotros, como consumidores y habitantes del mundo, tenemos que ser conscientes de que debemos hacer un consumo responsable de los recursos mediante la compra de productos más sostenibles, reutilizando, reciclando y, sobretodo, reduciendo nuestro consumo.</p>

Anexo 3. Actividad sobre los titulares de prensa

LA VOZ DE PUERTO REAL

PLAYAS

Cerrada la playa de Fuentebravía en El Puerto por la presencia de la bacteria E. Coli

MADRID • P&R

Causas y consecuencias de la mala calidad del aire de Madrid

PLÁSTICO ›

Los microplásticos ya han llegado al intestino humano

Un estudio piloto demuestra que las heces de personas de varios países contenían partículas de una decena de plásticos

SOCIEDAD

La industria produce motores diésel menos contaminantes pero la calidad del aire pasa por reducir el número de coches

(No mostrado a los alumnos)

A continuación, se muestran los enlaces de donde han sido extraídas las noticias. Dichas noticias se comentarán en clase por parte del profesor.

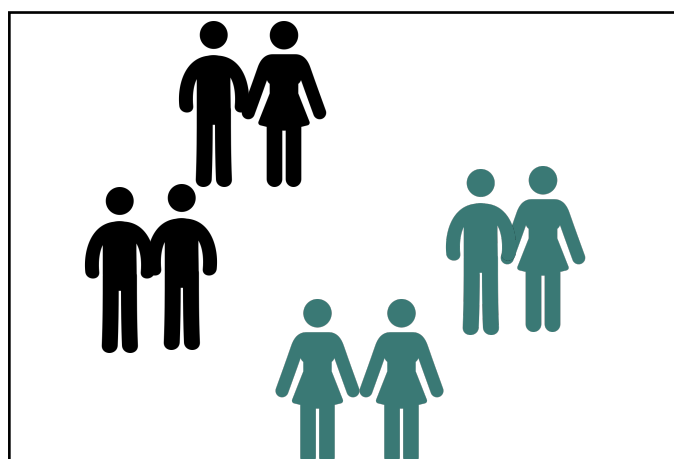
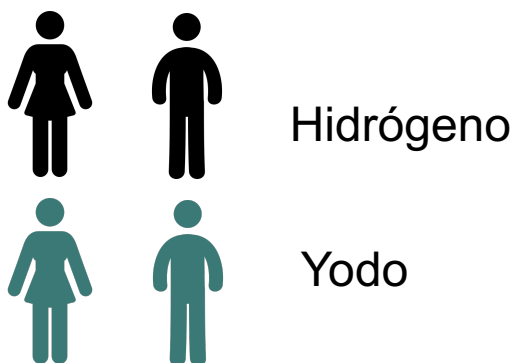
- https://www.lavozdigital.es/cadiz/el-puerto/lvdi-cerrada-playa-fuentebravia-puerto-presencia-bacteria-coli-201906271120_noticia.html
- https://elpais.com/elpais/2018/10/22/ciencia/1540213637_935289.html
- <https://www.elmundo.es/madrid/2017/11/23/5a15d738468aeb3f288b459d.html>
- https://www.eldiario.es/sociedad/diesel-contaminacion-ciencia_0_667383937.html

Anexo 4. Juego de rol sobre las variables que influyen en una reacción química

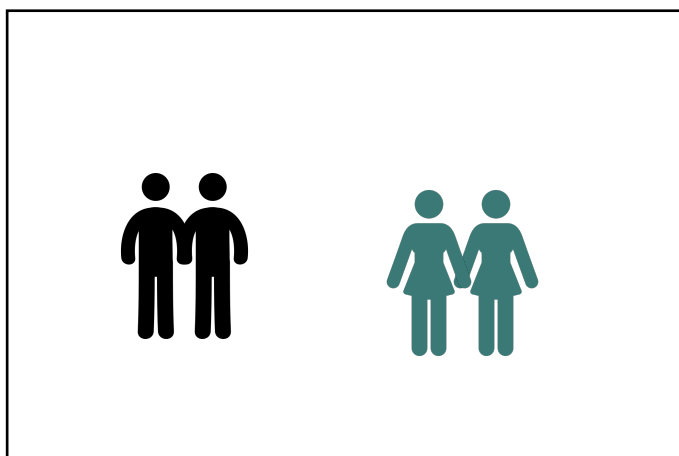
(Material del profesor)

La siguiente ficha muestra la secuencia de actividades que realizará el profesor en la clase:

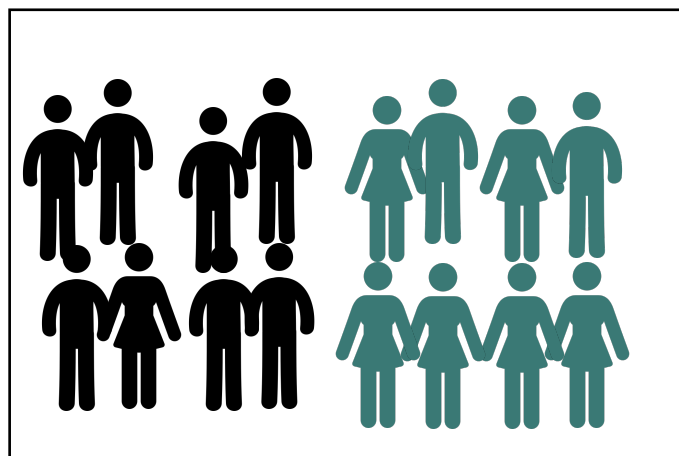
Asignación de elementos a cada alumno:



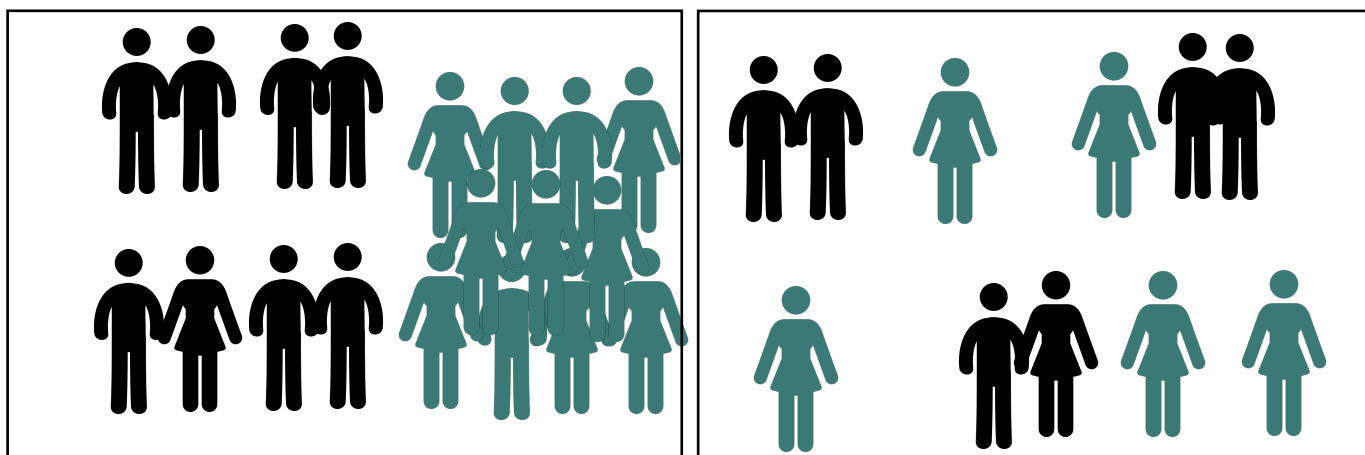
Situación inicial



Menor concentración



Mayor concentración



Sólido compacto

Sólido finamente dividido

Para representar el aumento de temperatura, los alumnos deberán partir de la situación inicial y desplazarse más rápido si aumenta la temperatura y más despacio si disminuye.

Para representar la acción de un catalizador simularemos que los alumnos, en presencia de dicho catalizador, actúan como si tuvieran un imán que hace que conecten más fácilmente con los átomos que son distintos a él.

Finalmente, durante la actividad se completa la siguiente tabla en la pizarra:

Factor	Velocidad ↑	Velocidad ↓
Concentración	Aumenta	Disminuye
Grado de división de un sólido	Sólido más dividido	Sólido más compacto
Temperatura	Aumenta	Disminuye
Catalizador	Hay catalizador	-

Anexo 4. ¿Qué contamina más el río?

¿Es peligroso para nuestras aguas?



Supongamos que se instala una nueva industria farmacéutica en Puerto Real. Dicha industria se dedica a producir fármacos y vierte sus residuos en la Cachucha. La empresa da un gran número de puestos de trabajo a la ciudad. Sin embargo, los vertidos están provocando que la población no pueda disfrutar de la playa, pues el vertido provoca molestias en la piel, además, las especies vegetales y animales están comenzando a morir a causa del vertido y preocupa que la situación acabe afectando a toda la bahía y al Parque Natural de los Toruños.

La farmacéutica en cuestión se dedica a fabricar un potente medicamento contra el dolor de estómago (Sustancia A) que reacciona con una sustancia presente también en el vertido (Sustancia B) provocando una reacción química que da lugar a una sustancia que es irritante para la piel (Sustancia C), por lo que cuando los bañistas entran al agua comienzan a tener la piel roja y sufren irritación. Sin embargo, es un medicamento que tiene un tiempo de vida muy corto, por lo que si no se disuelve y reacciona en un tiempo de 5 minutos, se echa a perder y no provoca dicho efecto nocivo.

Lo que ocurre cuando se vierte la mezcla a la bahía es la siguiente reacción. Además, sabemos que, **si disminuimos la velocidad de la reacción**, el efecto perjudicial es menor.



Supongamos que la sustancia A, cuyas condiciones podemos modificar, se vierte como un fino polvo sólido que es soluble en agua. El jefe de la empresa ha propuesto diversas soluciones, comenta si crees que son más o menos útiles para resolver el problema:

A realizar en grupos de 4

- 1) Agitar el vertido para que la sustancia A se disuelva fácilmente.
- 2) Compactar la sustancia A en un gran sólido en lugar de un polvo fino.
- 3) Realizar el vertido cuando la temperatura del agua sea menor.
- 4) Verter una menor concentración de la sustancia B.
- 5) Realizar el vertido cuando el agua esté más caliente.

A continuación, se comentará este artículo:

<https://revista.consumer.es/portada/medicamentos-en-el-agua-los-nuevos-contaminantes.html>

Los seres humanos tiramos diariamente medicamentos a la basura, los cuales pueden acabar en las aguas por no recibir el tratamiento adecuado. Además, el abuso de medicamentos de los seres humanos hoy en día provoca que durante la excreción acabe también gran parte de los medicamentos que consumimos en los mares.

Uno de los objetivos del desarrollo sostenible trata sobre la necesidad de tener agua limpia y saneamiento, porque, hasta para un uso recreativo como podría ser el bañarse en la playa, es necesario que la calidad del agua sea buena. Imaginaros si lo que estuviera contaminado fuera el agua de donde bebemos...los efectos nocivos serían mucho peores.



A realizar de manera individual

- 1) ¿Qué opinas sobre la existencia de puntos SIGRE en las farmacias para llevar los medicamentos caducados y que reciban el tratamiento adecuado?
- 2) ¿Cómo crees que puedes reducir desde tu casa la contaminación por medicamentos?
- 3) Imagínate que el vertido se realizara sobre el agua con el que te ducharas, y por tanto, no pudieras evitar exponerte a ella. Expón argumentos a favor (media cara) y argumentos en contra (media cara) para seguir manteniendo la actividad de la fábrica.

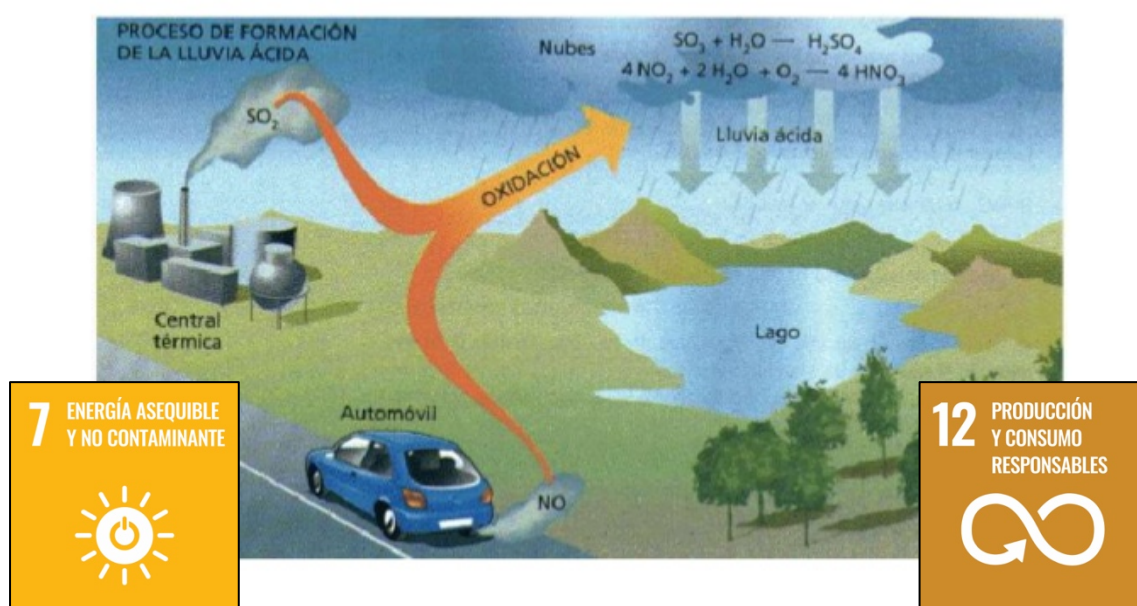
Anexo 5. Ley de Lavoisier y la lluvia ácida

Masa del sistema (jeringas + reactivos) antes de la reacción (g):

Masa del sistema (jeringas + reactivos) después de la reacción (g):

¿Ha ocurrido lo que esperabas? ¿Por qué?

LLUVIA ACIDA



Como puedes comprobar, nuestros hábitos de consumo, sobretudo con el consumo de combustibles fósiles como el diésel, está relacionado con la formación de la lluvia ácida. Lo visto en la reacción es un ejemplo de lo que sucede cuando la lluvia ácida cae sobre construcciones de mármol (carbonato cálcico). En nuestra reacción, el líquido correspondía a una disolución de ácido sulfúrico (uno de los ácidos componentes de la lluvia ácida) y el carbonato cálcico correspondería al mármol. Sin embargo, los efectos van más allá, pues lo que ocurre es que está cayendo una disolución de ácido en lugar de agua más limpia.

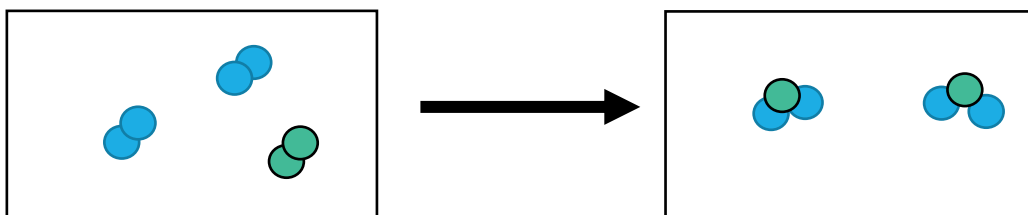
En grupos de 4

- ¿Qué problemas crees que plantearía si un problema de contaminación provocara una lluvia ácida en Puerto Real?
- ¿Cómo crees que se puede evitar que este fenómeno ocurra?

Anexo 6. Ajuste de reacciones

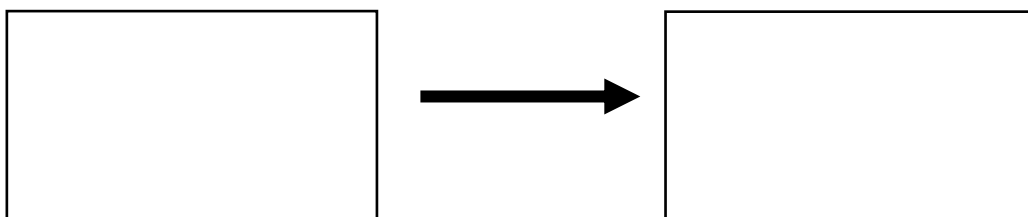
Parte 1: (Individual) Ajusta las siguientes reacciones y representa mediante un modelo de bolas lo presente antes y después de la reacción. Recuerda indicar después de cada modelo cómo representas a cada átomo.

Ejemplo: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$



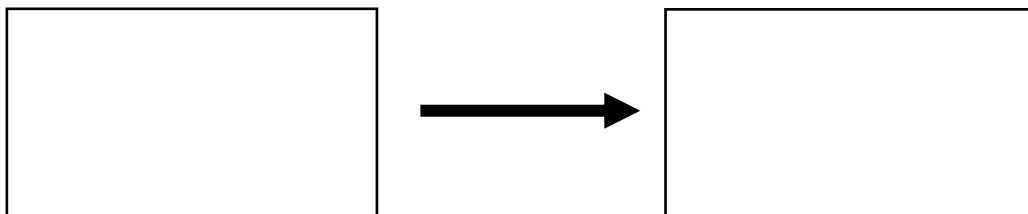
● Hidrógeno ● Oxígeno

A) $_ \text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$



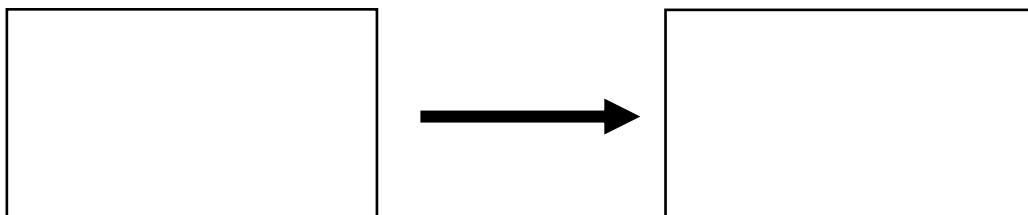
○ ○

B) $\text{Cl}_2 + \text{P}_4 \rightarrow \text{PCl}_3$

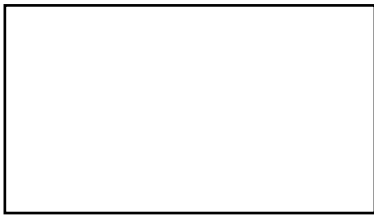
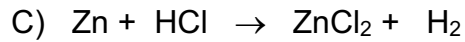
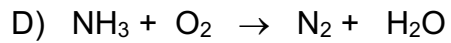


○ ○

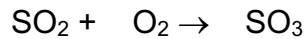
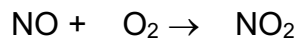
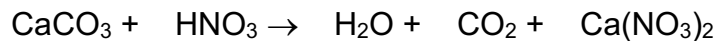
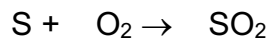
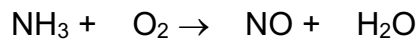
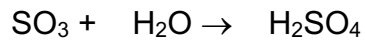
C) $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

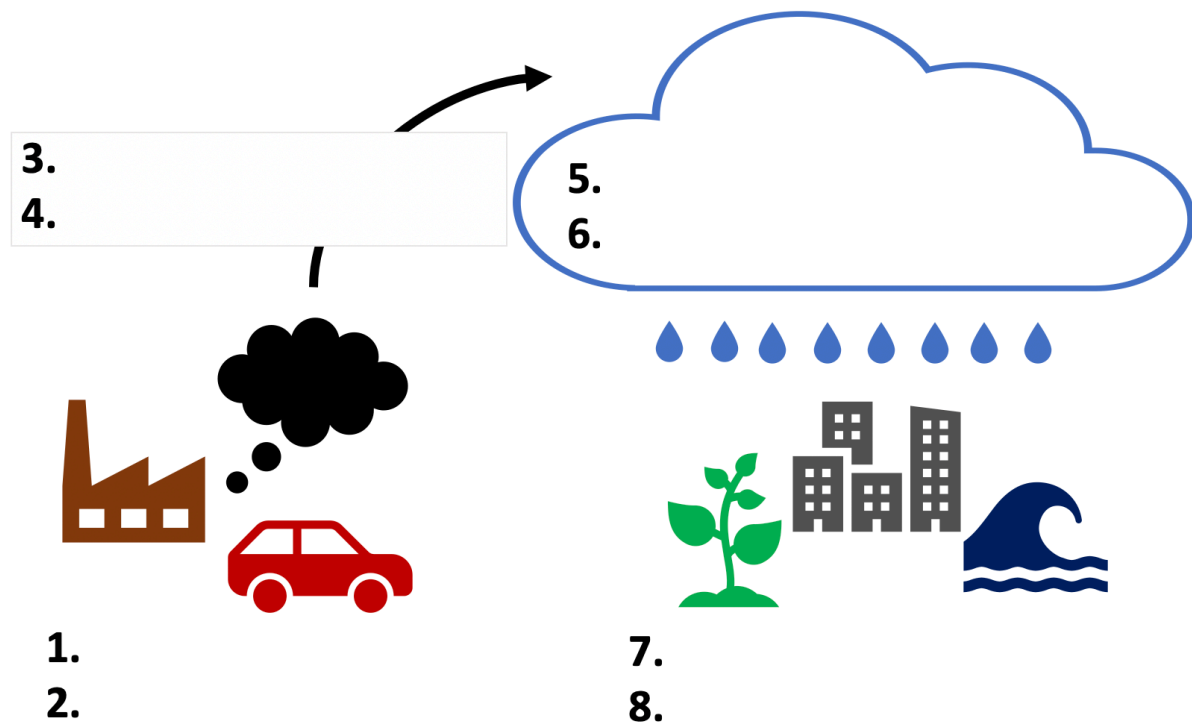


○ ○ ○



Parte 2: *(Por grupos de 4)* Ajuste si es necesario las siguientes reacciones. Estas reacciones corresponden a lo ocurrido durante el proceso, visto sesiones anteriores, denominado lluvia ácida. Con ayuda del texto, completa la imagen con las reacciones correspondientes.





1 y 2: Los coches y las industrias, al consumir combustible, convierten sustancias como el amoníaco o el azufre en óxidos de azufre y nitrógeno.

3 y 4: El oxígeno de la atmósfera transforma esas especies oxidadas en otras más peligrosas.

5 y 6: Dichas especies llegan a las nubes, donde reaccionan con el agua en estado vapor y forman un ácido.

7 y 8: El ácido cae en las gotas de lluvia, afectando a la vegetación, a los mares y lagos e incluso a las propias ciudades. Una reacción especialmente llamativa es la que ocurre entre los ácidos que caen y el carbonato de calcio, que se encuentra tanto en el mármol, presente en muchas estatuas y monumentos, como en los caparazones o conchas de muchos organismos.

(Individual)

¿Crees que esto puede suceder en una ciudad con una gran cantidad de tráfico?

¿Qué alternativas propondrías si fueras alcalde en dicha ciudad para evitar la lluvia ácida?



Anexo 7. Presentación con las preguntas tipo “¡BOOM!”

En una reacción química uno o varios dan lugar a uno o varios productos

The diagram features five black bombs arranged in a row, each with a number and a label in a colored box. Bomb 1 (leftmost) has a green box labeled 'Productos'. Bomb 2 has a green box labeled 'Reactivos'. Bomb 3 has a teal box labeled 'Choques efectivos'. Bomb 4 has a green box labeled 'Átomos o moléculas'. Bomb 5 (rightmost) has a blue box labeled 'Mezcla homogénea'. A small black bomb with the text '¡BOOM!' is partially visible behind Bomb 5.

1 Productos

2 Reactivos

3 Choques efectivos

4 Átomos o moléculas

5 Mezcla homogénea

¡BOOM!

¿Cual de estas cosas es un cambio químico?

The diagram features five black bombs arranged in a row, each with a number and a label in a colored box. Bomb 1 (leftmost) has a green box labeled 'Hervir agua'. Bomb 2 has a green box labeled 'Quemar una vela'. Bomb 3 has a teal box labeled 'Disolver sal'. Bomb 4 has a green box labeled 'Congelar agua'. Bomb 5 (rightmost) has a blue box labeled 'Romper un papel en trozos'. A small black bomb with the text '¡BOOM!' is partially visible behind Bomb 5.

1 Hervir agua

2 Quemar una vela

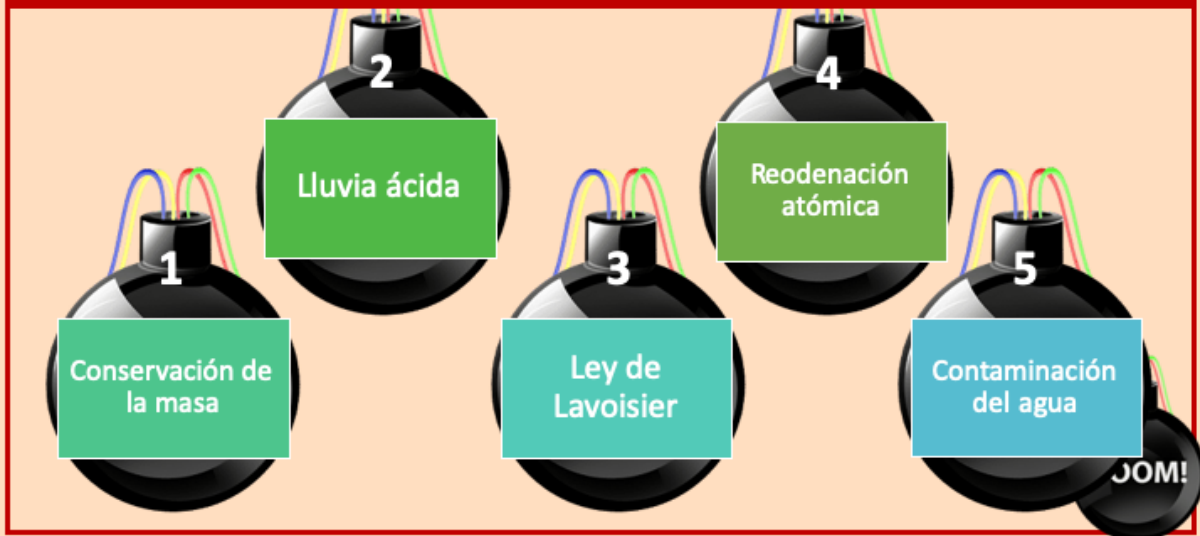
3 Disolver sal

4 Congelar agua

5 Romper un papel en trozos

¡BOOM!

¿Qué fenómeno ocurre cuando emisiones de SO_x y NO_x producen una precipitación de ácido sulfúrico y nítrico?

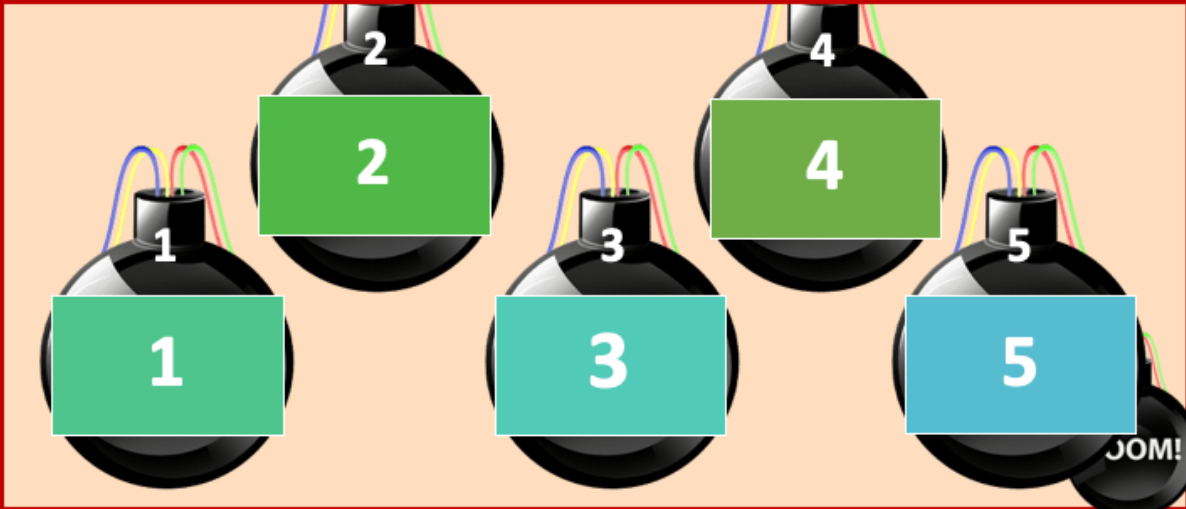


Si dejo un tornillo en una atmósfera sin oxígeno
¿Cómo variará su masa?



$X \text{ Al} + 3 \text{ Cl}_2 \rightarrow X \text{ AlCl}_3$

Para que la reacción esté ajustada X debe ser:



The diagram shows five bombs arranged in a row. Each bomb has a number on its top and a colored box with a number inside. Bomb 1 has a green box with '1'. Bomb 2 has a green box with '2'. Bomb 3 has a teal box with '3'. Bomb 4 has a green box with '4'. Bomb 5 has a blue box with '5'. A small bomb with 'BOOM!' is visible on the right.

¿Qué factor NO afecta a la velocidad de reacción?

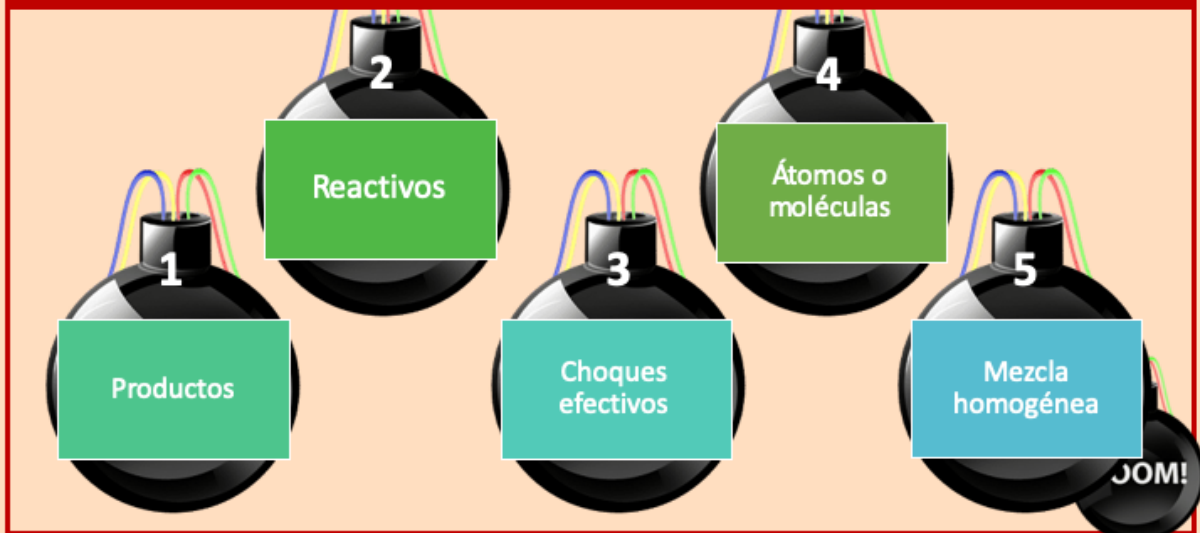


The diagram shows five bombs arranged in a row. Each bomb has a number on its top and a colored box with a factor affecting reaction rate. Bomb 1 has a green box with 'Temperatura'. Bomb 2 has a green box with 'Concentración'. Bomb 3 has a teal box with 'Coeficiente estequiométrico'. Bomb 4 has a green box with 'Grado de división de los sólidos'. Bomb 5 has a blue box with 'Catalizadores'. A small bomb with 'BOOM!' is visible on the right.

¿Qué significan las siglas « ODS »?



¿Cual de estas cosas NO es necesaria para que se produzca una reacción química?



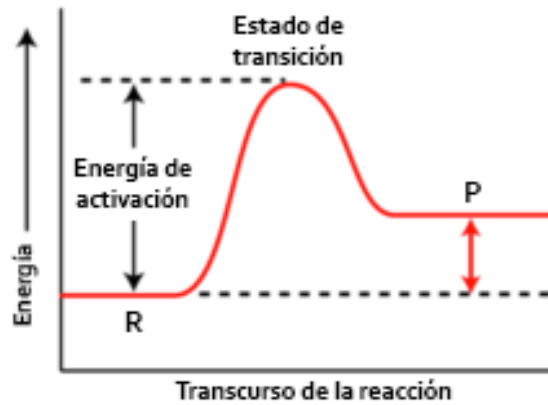
¿Una sustancia que modifica la velocidad de una reacción sin intervenir en ella es un/a?



¿En una reacción química la masa?



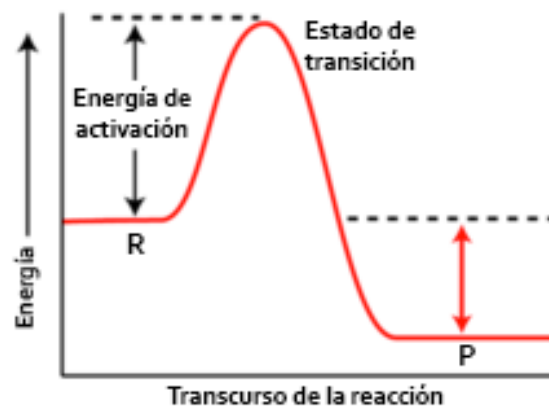
Anexo 8. Curvas de energía frente a tiempo de reacción



La curva de energía corresponde a una reacción (Exotérmica/Endotérmica)

La energía de los (reactivos/productos) es mayor a la energía de los (reactivos/productos)

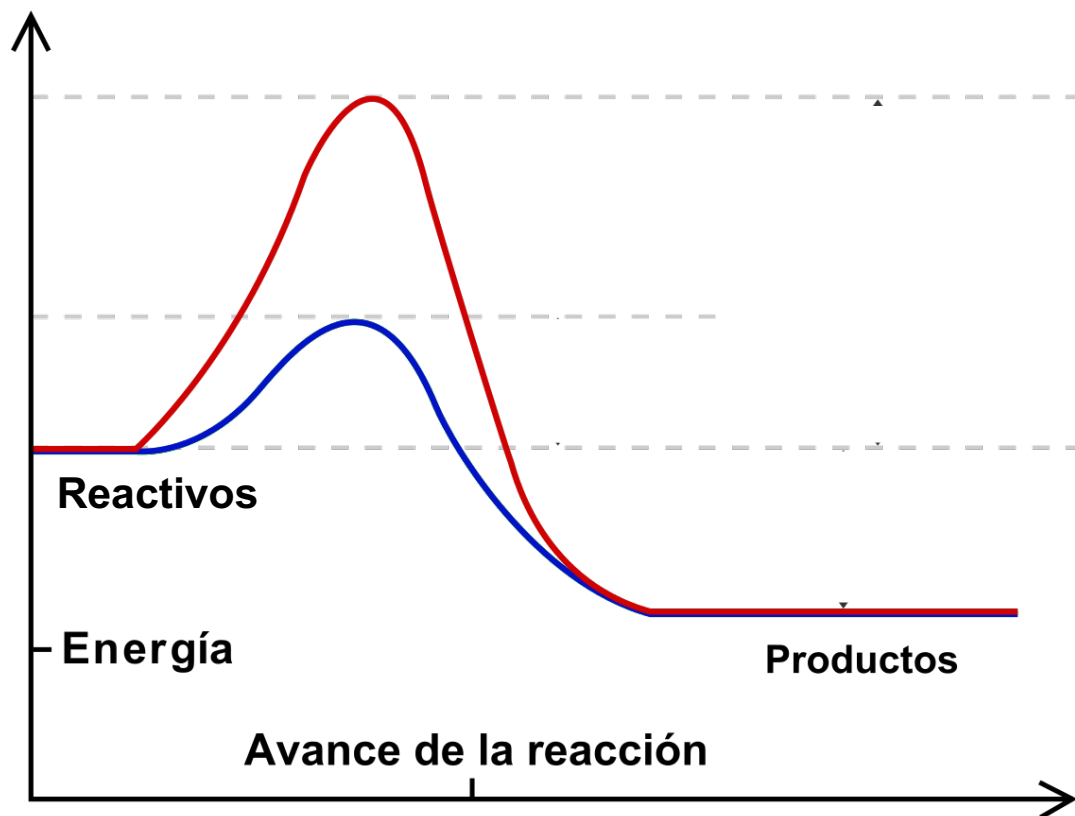
Se ha (absorbido/liberado) energía durante la reacción.



La curva de energía corresponde a una reacción (Exotérmica/Endotérmica)

La energía de los (reactivos/productos) es mayor a la energía de los (reactivos/productos)

Se ha (absorbido/liberado) energía durante la reacción.



En la gráfica podemos observar una curva de energía de una reacción con catalizador y sin él.

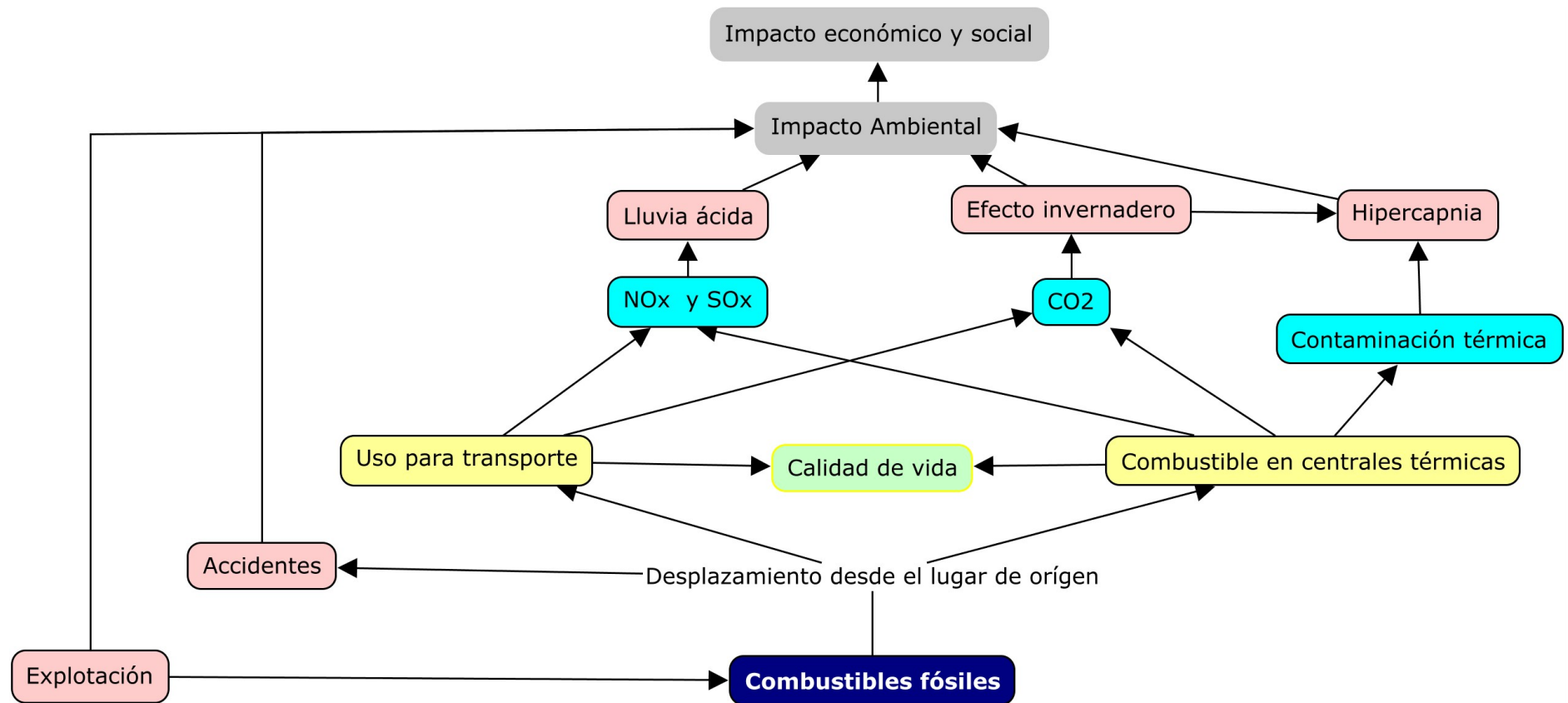
La curva sin catalizador corresponde a la de color (azul/rojo)

La curva con catalizador corresponde a la de color (azul/rojo)

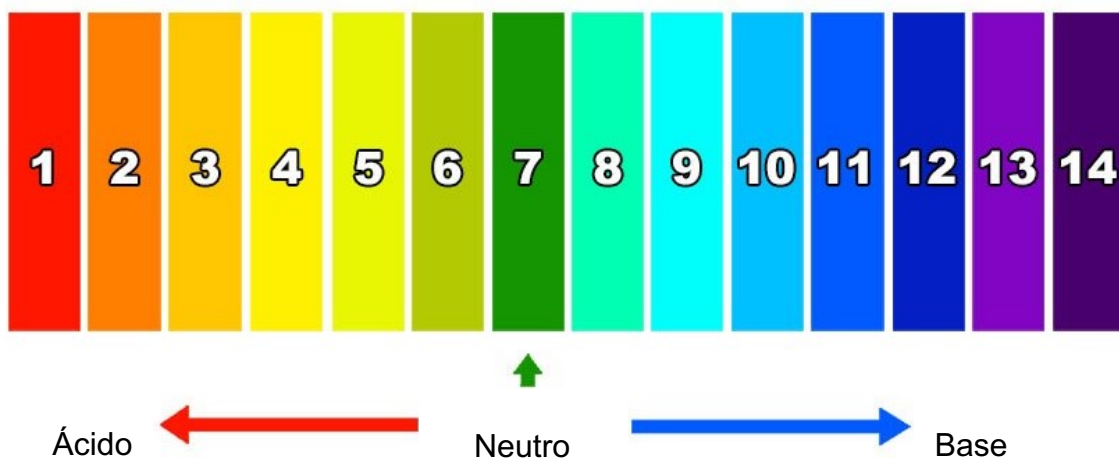
La energía al transcurrir la reacción es (mayor/menor/igual) en la reacción catalizada respecto a la reacción sin catalizar


La energía necesaria para que se produzca la reacción es (mayor/menor/igual) en la reacción catalizada.



Anexo 9. Mapa conceptual sobre el uso de combustibles fósiles en las centrales de energía



Anexo 10. ¿Ácido o base?





Objeto	Color del papel de tornasol	pH	¿Ácido, base o neutro?
			
			
 *			
 *			



			
			
 *			
			

*: La lejía, el champú y el bicarbonato están diluidos en agua. En el caso de la lejía, por cuestiones de seguridad y en el caso del bicarbonato y el champú para que se pueda determinar el pH con el papel de tornasol.

Anexo 11. Evaluación sobre el aprendizaje de los ODS

Nombre:

<div> <div>6</div> <div>AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO</div>  </div>	¿Qué he aprendido?
	¿Es útil trabajarlo en clase? ¿Por qué?
<div> <div>7</div> <div>ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE</div>  </div>	¿Qué he aprendido?
	¿Es útil trabajarlo en clase? ¿Por qué?
	¿Qué puedo hacer yo a nivel individual para contribuir a dicho ODS?

<div> <div>9</div> <div>INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA</div> <div>  </div> </div>	¿Qué he aprendido?
	¿Es útil trabajarlo en clase? ¿Por qué?
	¿Qué puedo hacer yo a nivel individual para contribuir a dicho ODS?
<div> <div>12</div> <div>PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES</div> <div>  </div> </div>	¿Qué he aprendido?
	¿Es útil trabajarlo en clase? ¿Por qué?
	¿Qué puedo hacer yo a nivel individual para contribuir a dicho ODS?

Anexo 12. El rey de los puntos “Jeopardy químico”

Tabla de puntos:

ODS	Reacción Química	Velocidad de reacción	Ácido-Base	Combustión
<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>
<u>200</u>	<u>200</u>	<u>200</u>	<u>200</u>	<u>200</u>
<u>300</u>	<u>300</u>	<u>300</u>	<u>300</u>	<u>300</u>
<u>400</u>	<u>400</u>	<u>400</u>	<u>400</u>	<u>400</u>
<u>500</u>	<u>500</u>	<u>500</u>	<u>500</u>	<u>500</u>

(Las preguntas se observarán en una pantalla completa, pero se indican a continuación en forma de tabla)

Preguntas:

ODS	Reacción Química	Velocidad de reacción	Ácido-Base	Oxidación
¿Qué significan las siglas ODS?	¿Cómo se llaman las sustancias que reaccionan para dar lugar a productos?	¿Qué ocurre con la velocidad de una reacción cuando aumenta la temperatura?	Cuando una sustancia tiene pH 1 es...	Una reacción de combustión requiere de un oxidante que es el...
¿Es necesario controlar la calidad de un agua cuando su uso es recreativo?	Para que exista una reacción química deben producirse entre moléculas	¿Qué ocurre con la velocidad de una reacción cuando disminuye la concentración de reactivos?	El vinagre es...	Una reacción de oxidación requiere de un oxidante y un...
¿Qué ODS hemos trabajado en la unidad?	Un cambio químico siempre va asociado a un cambio visible	¿Qué ocurre con la velocidad de una reacción cuando trituramos un reactivo sólido?	La lejía es....	¿Cómo se llaman las reacciones químicas de oxidación de materia orgánica, llamada combustible, para obtener energía?
Cuando introducimos una gran cantidad de agua a una mayor temperatura de la que la habíamos tomado se produce...	Si la energía de los reactivos es mayor a la de los productos estamos ante una reacción...	¿Qué ocurre cuando añadimos un catalizador?	Cuando se combinan un ácido y una base ocurre una reacción de...	¿Qué tienen los coches para que sus emisiones sean menos contaminantes?
Un fenómeno por el que las emisiones de NO _x y SO _x provocan una lluvia con HNO ₃ y H ₂ SO ₄ se conoce como...	Si en una reacción química desaparece un sólido y se forma un gas la masa de los productos comparada con la de los reactivos será...	Cita los factores que afectan a la velocidad de una reacción química	Según Arrhenius un ácido es una sustancia que...	Cuando un metal se oxida su masa es ... respecto a antes de oxidarse

Respuestas:

ODS	Reacción Química	Velocidad de reacción	Ácido-Base	Combustión
Objetivos de Desarrollo Sostenible	Reactivos	Aumenta	Ácida	Oxígeno
Sí	Choques/colisiones efectivas	Disminuye	Ácido	Reductor
Agua, energía, industria/innovación y producción y consumo	Falso	Aumenta	Básica	Reacciones de combustión
Contaminación térmica	Exotérmica	Aumenta	Neutralización	Catalizadores de tres vías
Lluvia ácida	Igual	Concentración, temperatura, grado de división de un sólido y presencia de catalizadores	Libera H^+	Mayor

Anexo 13. Percepción de los alumnos sobre su trabajo

Nombre y Apellidos:

Autoevaluación

Indica con una X, del 1 al 5, siendo 1 nada de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo, las siguientes afirmaciones sobre el trabajo de ti mismo durante el transcurso de la unidad:

	1	2	3	4	5
Creo que he trabajado acorde a las exigencias					
Las actividades me han parecido interesantes					
He estado motivado durante la realización de la unidad					
Creo que no he podido demostrar mis habilidades					
He usado todos los recursos que me han dado					
Podría haberme esforzado más durante la unidad					
Estoy satisfecho en general con el trabajo realizado por mí					

Evaluación del trabajo en grupo

Indica con una X, del 1 al 5, siendo 1 nada de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo, las siguientes afirmaciones sobre el trabajo de tu grupo durante el transcurso de la unidad:

	1	2	3	4	5
El ambiente de trabajo de mi grupo ha sido adecuado para el trabajo					
Siento que mi trabajo ha sido de utilidad para el grupo					
Creo que mis compañeros no me han permitido demostrar mis habilidades durante las actividades					
Creo que, si las actividades hubieran sido individuales, mis resultados hubieran sido mejores					
Creo que todos los miembros del grupo hemos trabajado de forma equitativa					
Estoy satisfecho en general con el trabajo realizado por mi grupo					

Anexo 14. Prueba final

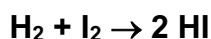
Prueba de evaluación final. Unidad “Reacciones Químicas”

Nombre y Apellidos: _____ Grupo: _____

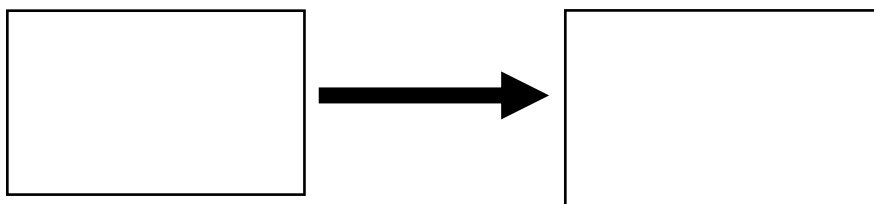
Tiempo de realización: 50 min. Recordad que el examen tiene un peso de un 50% sobre la calificación final

Cuando no cuentes con espacio para responder las preguntas emplea el folio que ha sido entregado con el examen, indicando el número de la pregunta y la letra del apartado al cual estás respondiendo

Pregunta 1 Si mezclamos gas hidrógeno con yodo ocurre la siguiente reacción:



- a) Representa con un modelo de bolas lo que ha ocurrido. Para facilitar la comprensión usa el siguiente código H = ○; I = ● (1 punto)**



- b) Completa los huecos del siguiente párrafo empleando el vocabulario adecuado. Cada línea corresponde a una palabra (0,5 puntos)**

En esta reacción H_2 y I_2 serían los _____, mientras que las moléculas de HI serían los _____. Para que exista reacción química debe haber un/a _____ entre una molécula de H_2 y otra de I_2 .

- c) Si en la reacción mezclamos 1 g del gas hidrógeno y 127 g de yodo y sabemos que al final de la reacción no queda nada de hidrógeno ni de yodo. ¿Cuál es la masa que tendremos de HI? Justifica tu respuesta (1 punto)**

Pregunta 2: Eres el responsable de una empresa química de fabricación de plásticos. Para fabricar vuestro plástico tenéis que mezclar una sustancia sólida con otra sustancia en disolución.

Sustancia sólida + Sustancia en disolución → Plástico

Tu asesor te propone soluciones para aumentar la velocidad de reacción y así conseguir fabricar el plástico más rápidamente. Argumenta justificadamente si dichas soluciones sirven o no para aumentar la velocidad de reacción. (2 puntos)

A) En lugar de comprar el reactivo sólido como un gran bloque, podemos comprarlo como polvo finamente triturado.

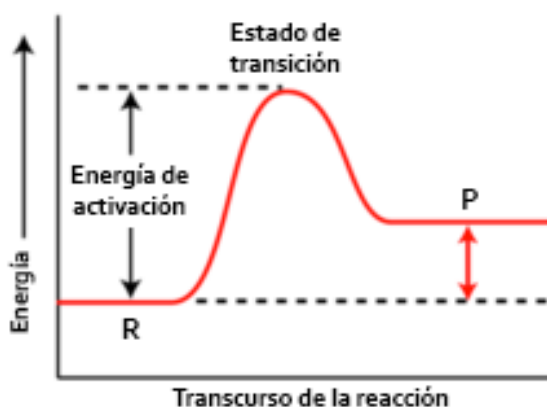
B) En lugar de trabajar a una temperatura de 20° C, podemos trabajar a una temperatura de 10° C.

C) En lugar de utilizar la sustancia en disolución a una concentración de 0,5 g/L, podemos utilizar una concentración de 0,25 g/L.

D) Usar un catalizador eficaz para esa reacción.

Pregunta 3: Completa los siguientes huecos (2 puntos)

Gráfica A)

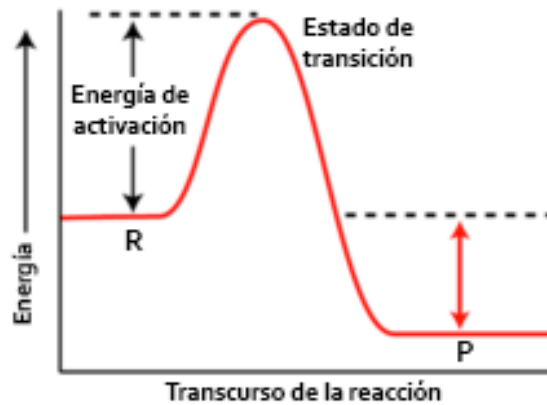


La curva de energía corresponde a una reacción _____

La energía de los _____ es mayor a la energía de los _____

Se ha _____ energía durante la reacción, por tanto, la variación de calor a lo largo de la reacción será de signo _____.

Gráfica B)



La curva de energía corresponde a una reacción _____

La energía de los _____ es mayor a la energía de los _____

Se ha _____ energía durante la reacción, por tanto, la variación de calor a lo largo de la reacción será de signo _____.

Pregunta 4: Identifica si las siguientes sustancias son ácidas o básicas de manera justificada (2 puntos)

- NaOH
- HCl
- $\text{Mg}(\text{OH})_2$
- HNO_3

Pregunta 5: Responde a las siguientes cuestiones (1,5 puntos)

- A) ¿Cuál es la finalidad de tomar bicarbonato para la acidez de estómago? ¿Qué tipo de reacción se produce?
- B) ¿Qué tipo de reacciones químicas se realizan en una central térmica? ¿Qué utilidad tiene para nosotros?

Anexo 15. Rúbrica de evaluación de la prueba final

Pregunta 1 (2,5 puntos)

Apartado a) (1 punto)

Reactivos

Representa a los reactivos como moléculas diatómicas y sin que existan moléculas que combinen ambos átomos: +0,5

Representa a los reactivos como átomos individuales sin que existan moléculas que combinen ambos átomos: +0,25

No realiza representación alguna, es totalmente errónea o representa moléculas que combinen ambos átomos: +0

Productos

Representa a los productos como moléculas diatómicas formadas por la combinación de un átomo de H y otro de I: +0,5

Representa alguna molécula de productos pero representa también reactivos: +0,25

No realiza representación alguna o es totalmente errónea: +0

Apartado b) (0,5 puntos) Se califica de manera individual cada hueco.

Hueco 1: Identifica adecuadamente a los reactivos +0,1

Hueco 2: Identifica adecuadamente a los productos: +0,1

Hueco 3: Emplea el término colisión/choque eficaz/efectivo: +0,3

Por cada hueco rellenado incorrectamente + 0

Apartado c) (1 punto)

Determinación de la masa

Determina correctamente la masa de HI: +0,3

No determina correctamente la masa de HI: +0

Justificación

Indica y explica correctamente el principio de conservación de la masa de Lavoisier:
+0,7

Nombra el principio de conservación de la masa sin explicarlo correctamente o
explica el principio sin nombrarlo: +0,3

La justificación es incorrecta: +0

Pregunta 2: (2 puntos)

Por cada pregunta respondida correctamente dando la justificación adecuada: +0,5

Por cada pregunta respondida correctamente sin dar la justificación adecuada: +0,25

Por cada pregunta respondida incorrectamente: +0

Pregunta 3: (2 puntos)

Por cada hueco rellenado correctamente + 0,2

Por cada hueco rellenado incorrectamente + 0

Pregunta 4:

Identifica correctamente la molécula como ácida o básica y ofrece una justificación adecuada en base a la teoría de Lewis +0,5.

Identifica correctamente la molécula como ácida o básica pero no ofrece una justificación adecuada: +0,25

No identifica correctamente la molécula como ácida o básica ni ofrece una justificación adecuada: +0

Pregunta 5:

Por cada tipo de reacción química identificada correctamente: + 0,5

Por cada argumentación sobre la utilidad de dicha reacción realizada correctamente:
+ 0,25

Por cada pregunta respondida incorrectamente: + 0

Estándar/es de aprendizaje evaluado/s en cada pregunta:

Pregunta 1: Interpreta reacciones químicas sencillas utilizando la teoría de colisiones y deduce la ley de conservación de la masa.

Pregunta 2: Predice el efecto que sobre la velocidad de reacción tienen: la concentración de los reactivos, la temperatura, el grado de división de los reactivos sólidos y los catalizadores.

Pregunta 3: Determina el carácter endotérmico o exotérmico de una reacción química analizando el signo del calor de reacción asociado.

Pregunta 4: Utiliza la teoría de Arrhenius para describir el comportamiento químico de ácidos y bases.

Pregunta 5: Justifica la importancia de las reacciones de combustión en la generación de electricidad en centrales térmicas, en la automoción y en la respiración celular. Interpreta casos concretos de reacciones de neutralización de importancia biológica e industrial.